COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MAI 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **d'Abbadie**, après la lecture du procès-verbal, s'exprime ainsi :

« Le dernier *Compte rendu* contient des paroles de M. Dumas dont la première partie seulement a été prononcée dans la séance. Je remercie M. le Secrétaire perpétuel d'avoir ainsi affirmé le bon précédent qui nous permet d'ajouter, à la réflexion, des considérations oubliées au moment de l'improvisation, car il m'est arrivé parfois d'omettre, en cas pareil, un de mes arguments les plus probants; je le remercie surtout pour m'avoir fourni l'occasion de répondre aux deux objections présentées :

» Si le chott Mel-Rir communiquait avec la mer, il en reprendrait forcément le niveau à mesure que ses eaux baisseraient par l'évaporation : c'est là un principe élémentaire de géographie physique, et l'étroitesse du canal de communication n'aurait à cet égard d'autre effet que de créer un courant sensible; elle n'amènerait pas un dénivellement, encore moins un desséchement.

» Quant aux vapeurs émises par les chotts, il est bien peu probable qu'elles se borneraient toujours à en suivre les surfaces pour se rendre à la Méditerranée sans s'épandre sur les terrains voisins. Le vent du sud, qui

est fréquent dans ces parages, pousserait souvent ces vapeurs vers les monts Aurès où elles s'arrêteraient sous forme de pluie ou, au moins, de brouillard, et, dans ces deux cas, la température serait rendue plus égale et le climat serait heureusement modifié au point de vue de l'agriculture. On ne saurait préjuger le contraire, à moins que des expériences précises et multipliées ne viennent démontrer que l'évaporation est minime dans la contrée dont il s'agit. Or les quelques expériences de M. Roudaire tendent à prouver le contraire.

» Du reste, et tout en applaudissant au projet grandiose de cet officier, je me joins à mes confrères MM. Dumas et Daubrée pour émettre le vœu que ce projet soit étayé par des études, continuées pendant une année entière, sur la quantité de l'évaporation et en outre sur le régime des vents quant à leur intensité et à leur direction dans la région des chotts. »

M. Yvon Villarceau prend la parole après M. d'Abbadie :

« A la suite du Rapport de M. Favé, M. Dumas a présenté, en son nom et au nom de M. Daubrée, des considérations auxquelles M. le rapporteur n'aura pas jugé nécessaire de répondre.

» Mais le dernier *Compte rendu* contient une déclaration des mêmes Membres, à laquelle il eût sans doute été fait réponse, si elle s'était produite dans les mêmes termes, pendant la séance. Comme cette Note est de nature à infirmer les conclusions du Rapport, bien que les auteurs déclarent s'associer à ces conclusions, il me paraît nécessaire de présenter quelques remarques.

» MM. Dumas et Daubrée font des réserves expresses, sur la *convenance*, l'*utilité* et la *possibilité* de l'établissement d'une mer intérieure dans les chotts. Sur les deux premiers points, la *convenance* et l'*utilité*, nos éminents confrères me paraissent être en contradiction avec eux-mêmes. En effet, ils déclarent s'associer aux conclusions du Rapport; or ces conclusions sont :

« En résumé, l'eau ramenée, par quelque moyen que ce soit, dans les chotts qu'elle a autrefois remplis près du versant sud de l'Aurès, exercerait, *sans nul doute*, une très-favorable influence sur de vastes contrées actuellement presque désertes; elle ferait pénétrer graduellement la civilisation européenne vers le centre d'un continent livré à la barbarie. »

» Il semble qu'admettre ces conclusions, c'est reconnaître la *convenance* et l'*utilité*, etc.

» Quant à la *possibilité*, M. le rapporteur n'a pas manqué de présenter

les réserves unanimes de la Commission, en termes qui lui sont propres, et n'en sont pas moins significatifs. (Voir les quatorze dernières lignes de la page 1122.) Les réserves particulières à deux Membres de la Commission étaient donc inutiles.

Dans la deuxième partie de la Note, il est dit que M. le rapporteur *suppose qu'une mer intérieure, communiquant avec la mer par des coupures comparativement étroites, ne se dessécherait pas....*

Une telle supposition eût été, de la part de M. le rapporteur, l'expression d'une naïveté qu'auraient partagée les Membres de la Commission qui n'ont pas cru devoir reproduire leurs réserves dans une Note en dehors du Rapport. En effet, il a toujours été entendu que la section et la pente définitives d'un canal de communication avec la mer seraient réglées de manière à introduire dans les chotts une quantité d'eau précisément égale à celle que l'évaporation en ferait disparaître.

» La Note que nous critiquons se termine par la reproduction de la nécessité de *nouvelles* et *sérieuses études* : inutile de faire remarquer que ces études sont expressément réclamées par M. le rapporteur. »

« M. DE LESSEPS, tout en respectant les réserves exprimées par la minorité de la Commission, déclare qu'il maintient toujours son opinion favorable sur la convenance, l'utilité et la possibilité du remplissage de la mer intérieure, d'après l'expérience qu'il a déjà faite de travaux analogues. »

M. FAVÉ ajoute les remarques suivantes :

« La Note insérée dans le dernier *Compte rendu*, à la suite du Rapport sur la mer intérieure de l'Algérie, par M. Dumas, au nom de M. Daubrée et au sien, contient un passage ainsi conçu :

« Que sous cette influence (des vapeurs d'eau), le climat de la partie orientale de l'Algérie et de la Tunisie en serait modifié d'une manière avantageuse au point de vue de l'hygiène. »

» La Note de MM. Dumas et Daubrée ayant attribué cette assertion au Rapport dont je suis l'auteur, je crois devoir faire observer qu'il ne renferme rien de pareil. »

« M. DUMAS, dans les observations que l'Académie vient d'entendre, retrouve les opinions déjà émises par ses confrères pendant les longues dis-

cussions auxquelles la question a donné lieu au sein de la Commission. M. Daubrée et lui auraient vivement désiré que la Commission, laissant de côté la question obscure et controversée de l'établissement d'une mer intérieure, n'ajoutât rien au savant Rapport de notre confrère M. Yvon Villarceau sur les opérations géodésiques et topographiques du capitaine Roudaire. La majorité de la Commission en ayant jugé autrement et n'ayant pas tenu compte de leur avis, ils devaient l'énoncer publiquement devant l'Académie, pour dégager leur responsabilité. M. Dumas, sans entrer dans un détail inutile, se borne à dire qu'ils s'y maintiennent et que leurs remarques subsistent. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse à la Note de M. Tacchini insérée au dernier* Compte rendu, *séance du 14 mai 1877.* Note de M. **J. Janssen.**

« Les remarques que l'éminent observateur de Palerme a faites sur ma Note du 16 avril, à propos de la grande tache du 15, me font craindre que les idées que j'ai émises à cette occasion n'aient pas été parfaitement comprises.

» M. Tacchini maintient qu'à l'époque d'un minimum il y a réellement *repos* pour la surface solaire. Afin de le démontrer, l'habile observateur établit le parallélisme des phénomènes de taches d'éruptions métalliques, de protubérances, etc., pour les deux époques de maximum (1871) et de minimum (1876).

» Je réponds à M. Tacchini que tous ces faits sont bien connus.

» Ceux qui se rapportent à la fréquence des taches, qui ont conduit à distinguer des époques de maximum et de minimum, sont classiques. Quant au rapport entre les nombres et l'importance des taches et celui des protubérances, je l'avais déjà constaté pendant l'hiver de 1868-69, passé à Simla (Himalaya), et mon télégramme du 12 janvier 1869 sur les rapports entre les taches et les protubérances y faisait allusion [1]. Mais le fait a été établi depuis, de la manière la plus solide, par les spectroscopistes, spécialement par ceux de Rome et de Palerme.

---

[1] Télégramme reçu par l'Académie, séance du 18 janvier 1869 :

« Simla, 12 janvier.

» Confirmation de l'existence d'une atmosphère hydrogénée autour du Soleil. Dépendance entre la présence des taches et les protubérances. »

» Enfin, pour ce qui concerne les éruptions métalliques proprement dites, et spécialement celle du magnésium, je dirai que j'ai suivi avec trop d'intérêt et de profit les travaux de M. Tacchini pour ignorer les importants résultats qu'il a obtenus sur ce point.

» Mais tous ces faits acquis aujourd'hui à la Science ne nous empêchent pas d'aller encore plus loin, de chercher à préciser davantage le caractère des phénomènes dans chacune des enveloppes solaires. C'est précisément ce que j'ai été conduit à faire à l'égard de la photosphère. On admet généralement, et la Note de M. Tacchini vient encore appuyer cette opinion, on admet, dis-je, qu'à l'époque d'un minimum, le petit nombre des taches est dû à un état de repos relatif beaucoup plus grand de la photosphère. Je dis que cette idée est inconciliable avec des apparitions et disparitions nombreuses et rapides de taches auxquelles nous assistons depuis plus d'une année ; apparitions et disparitions qui accusent les mouvements de matière les plus violents.

» Quand on suit les phénomènes de la photosphère pendant une période de minimum, comme nos séries photographiques nous permettent déjà de le faire, on est conduit à penser que le petit nombre des taches pendant une semblable période paraît dû beaucoup plus à une tendance à la disparition de toute tache qui vient à se produire qu'à un repos réel de la couche photosphérique. C'est cette tendance remarquable qu'il m'a paru utile de signaler.

» J'espère, du reste, pouvoir compléter plus tard ma pensée sur ce sujet. »

CHIMIE. — *Sur la loi des volumes de Gay-Lussac ; réponse à M. H. Sainte-Claire Deville* ; par M. A. WURTZ.

« Dans sa dernière Communication ([1]), M. H. Sainte-Claire Deville fait remarquer que nous « comprenons différemment ce que nous appelons » la loi des volumes de Gay-Lussac. » Cela est certain. Nous différons complétement. J'ai toujours pensé, quant à moi, que les lois de Gay-Lussac expriment les relations simples qui existent, premièrement entre les volumes des gaz qui se combinent, et secondement entre le volume des gaz composants et celui du gaz qui résulte de la combinaison. C'est à cette loi fondamentale en Chimie, et qui est l'expression de faits découverts par Gay-Lussac, que notre éminent confrère a fait allusion récemment. Aujour-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1108.

d'hui il semble que ce soit autre chose : « La loi de Gay-Lussac, dit-il, nous » donne la relation qui existe entre les poids équivalents et les volumes à » l'état gazeux des matières qui se combinent. » M. Deville développe cet énoncé dans les lignes qui suivent. Gay-Lussac a énoncé sa loi dans les « termes simples et exacts » que j'ai rappelés plus haut. Je sais bien que notre grand chimiste a fait remarquer aussi qu'il existe une relation entre les densités des corps simples à l'état de gaz ou de vapeur et leurs équivalents, et cette relation simple découle évidemment de la simplicité des rapports suivant lesquels les gaz se combinent. Plus tard on a exprimé cette relation en disant que les poids des dernières particules, c'est-à-dire les poids atomiques, étaient proportionnels aux densités, ce qui revient à dire que volumes égaux des gaz ou des vapeurs des corps simples renferment le même nombre de « dernières particules » ou d'atomes. Cet énoncé est inexact; car on sait que le phosphore et l'arsenic, le mercure et le cadmium font, à cet égard, une exception trop importante pour pouvoir être négligée. On a donc abandonné cette formule et, considérant la proportionnalité qui existe entre les poids « des molécules » des corps composés et leurs densités à l'état de gaz ou de vapeur, on dit « volumes égaux des gaz et des vapeurs renferment le même nombre de molécules ». C'est Avogadro [1] qui a dit cela le premier en 1811, et ce que nous appelons molécules aujourd'hui, il le nommait « molécules intégrantes », énonçant le premier cette idée que les molécules intégrantes des gaz simples sont formées d'un certain nombre de molécules élémentaires ou atomes.

» C'est de l'histoire cela, et M. Deville n'y changera rien. En 1814, Ampère [2] a énoncé les mêmes idées. D'après lui, les « particules » (molécules) de chlore et d'hydrogène sont composées d'un certain nombre de « molécules » (atomes). Cette notion, que certains gaz simples sont formés par l'union d'atomes élémentaires de même nature, M. Dumas l'a énoncée de son côté, en disant que dans la combinaison du chlore avec l'hydrogène les atomes de ces corps simples se coupent en deux. Nous disons aujourd'hui, d'après Gerhardt, que ce sont les molécules de chlore et d'hydrogène qui se coupent en deux, chacune d'elles étant formée de 2 atomes. C'est la même idée. Mais, dira-t-on, et M. Deville l'a dit dans la dernière séance, est-il possible que les atomes d'un seul et même corps simple puis-

---

(1) *Journal de Physique*, t. LXXXIII, p. 58.

(2) *Annales de Chimie*, t. XC, p. 43.

sent s'unir entre eux ? Il faut pourtant l'admettre, car les faits le démontrent : l'ozone est une combinaison de l'oxygène avec l'oxygène et M. Deville lui-même le reconnaît en écrivant sa formule O^3. De l'ozone il a judicieusement rapproché le soufre tel qu'il existe dans sa vapeur à 500 degrés, et dont la condensation moléculaire répond à la formule S^6. Cela dit, il n'y a aucune difficulté à admettre que les molécules de phosphore et d'arsenic renferment 4 atomes, ces groupements atomiques ne pouvant être détruits aux températures auxquelles Mitscherlich, et après lui MM. Deville et Troost, ont déterminé la densité de vapeur de ces corps simples. Mais qui sait s'il en est ainsi à des températures plus élevées encore, par exemple à la température de l'étincelle électrique, où ces éléments montrent des spectres de lignes lesquels semblent caractériser les éléments isolés ?

» Mais l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le chlore, etc., étant formés de 2 atomes, peut-on admettre que ces derniers aient une certaine affinité l'un pour l'autre? Oui, et l'on peut invoquer à l'appui de cette opinion diverses considérations d'ordre physique et d'ordre chimique. Sans insister sur les premières, qu'il me soit permis de rappeler, avec M. Brodie, que la faculté que possède l'hydrogène de s'unir à l'hydrogène se manifeste par la décomposition réciproque de l'hydrure de cuivre et de l'acide chlorhydrique, que l'affinité de l'oxygène pour l'oxygène semble démontrée par la réduction réciproque des suroxydes (oxyde d'argent et eau oxygénée, acide permanganique et eau oxygénée), réactions remarquables découvertes par Thenard et par M. Brodie, et dont ce dernier chimiste a donné, selon moi, la vraie interprétation. J'ajoute que l'affinité de l'azote pour l'azote est attestée par l'existence de ces nombreux composés connus sous le nom de *composés azoïques* et *diazoïques*; l'affinité du carbone pour le carbone par la Chimie organique tout entière, c'est-à-dire, d'après la belle conception de M. Kekulé, par l'accumulation des atomes de carbone dans la même molécule.

» Vous dites maintenant que les faits relatifs à la condensation de plusieurs atomes de même nature dans la même molécule compromettent l'hypothèse d'Avogadro. En vérité, je ne comprends pas : car n'est-ce pas elle plutôt qui les met en lumière en disant que, sous le même volume gazeux, l'hydrogène, l'oxygène, l'ozone, l'azote, le chlore, la vapeur de soufre à 500 degrés, la vapeur de soufre à 1000 degrés, les vapeurs de phosphore, d'arsenic, de mercure, de cadmium renferment le même nombre de molécules, mais non le même nombre d'atomes élémentaires ? Dans la notation

on exprime cela par les formules moléculaires H^2, O^2, O^3, Az^2, Cl^2, S^2, S^6, Ph^4, As^4, Cd, Hg = 2 vol.

» Volumes égaux de ces gaz ou de ces vapeurs ne renferment pas le même nombre d'atomes: ils renferment encore moins le même nombre « d'équivalents » ; sur ce point nous sommes d'accord avec M. Deville. Il fait remarquer que des quantités équivalentes d'oxygène, de chlore, de gaz chlorhydrique, de sel ammoniac en vapeur n'occupent pas le même volume et il exprime cela en disant que, pour former avec 39 grammes de potassium un oxyde ou le chlorure correspondant, il faut employer $5^{lit},6$ d'oxygène, $11^{lit},2$ de chlore, $22^{lit},4$ d'acide chlorhydrique, $44^{lit},8$ de sel ammoniac en vapeur (ce dernier dissocié, mais peu importe pour le moment). Ces quantités sont, en effet, strictement équivalentes et, dans la notation en équivalents, on exprime les corps dont il s'agit et les produits de leur réaction par les formules K; O; Cl; HCl; AzH^4Cl; KO; KCl.

» Mais que notre éminent confrère me permette de poursuivre son raisonnement. Faisons passer sur le potassium du chlorure d'antimoine en vapeur, il en faudra $7^{lit},5$, car ces $7^{lit},5$ renferment $11^{lit},2$ de chlore. Quelle sera donc la quantité de chlorure d'antimoine équivalente à HCl à KCl ? Évidemment la quantité $Sb^{\frac{1}{3}}$ Cl. Les formules $Sb^{\frac{1}{3}}$ Cl, $Sb^{\frac{1}{3}}$ O représentent donc des quantités équivalentes à KCl et à KO.

» Or, je le demande, sont-ce là les formules du chlorure et de l'oxyde d'antimoine usitées dans la notation en équivalents? Nullement: on triple ces formules et l'on écrit $SbCl^3$, SbO^3. C'est une inconséquence et la notation dont il s'agit fourmille de ces inconséquences-là. De fait, la notion des sesquioxydes, au sujet desquels il y a eu dans la Science de si longues discussions, la découverte de la composition de leurs sels, la découverte des acides polybasiques, ont montré que le principe de l'équivalence ne pouvait être maintenu ni pour tous les composés, ni pour toutes les réactions. KO et Al^2O^3 ne sont pas équivalents; car le premier de ces oxydes exige pour se saturer SO^3 et le second $3SO^3$. Gay-Lussac l'a bien compris en écrivant KO, $Al^{\frac{2}{3}}O$. Voilà des quantités équivalentes : elles renferment la même quantité d'oxygène et se combinent avec la même quantité d'acide.

» AzO^5 et PhO^5 ne sont pas équivalents, car le premier se combine avec AgO et le second avec 3AgO; les quantités équivalentes de nitrate, de phosphate sont donc

$$AzO^5, AgO\ ;\quad \tfrac{1}{3}(PhO)^5, AgO.$$

» Richter [1] ne s'y est pas trompé. Dans ses tables, qui ont été résumées par Fischer, il donne, pour les poids des acides et des bases capables de se neutraliser réciproquement, des nombres qui expriment des quantités vraiment équivalentes. Ainsi les nombres donnés pour l'acide phosphorique (979) et pour l'acide nitrique (1405) représentent, d'après les analyses de ce temps-là, les vrais équivalents, c'est-à-dire les quantités qui neutralisent le même poids d'un alcali, par exemple, 2222 de baryte.

» Il résulte de ce qui précède qu'en écrivant

$$SbCl^3,\quad SbCl^5,\quad Al^2O^3,\quad Fe^2O^3,\quad PhO^5,\quad Al^2O^3\,3SO^3,$$
$$PhO^5\,3AgO\ldots,$$

vous dérogez au principe de l'équivalence; vous êtes inconséquents et j'ajoute : vous avez raison de l'être; car ni les atomes, ni les molécules chimiques, ni les réactions qui leur donnent naissance ne sont équivalents entre eux.

» Est-ce que la loi de Gay-Lussac ne nous apprend pas que :

1 volume d'hydrogène s'unit à 1 volume de chlore,
2 volumes d'hydrogène s'unissent à 1 volume d'oxygène,
3 volumes d'hydrogène s'unissent à 1 volume d'azote.

» Les particules matérielles contenues dans volumes égaux de chlore, d'oxygène, d'azote n'ont donc pas le même pouvoir de combinaison pour l'hydrogène, et ce sont ces particules matérielles que nous nommons *atomes*, puisqu'il faut bien leur donner un nom. Les combinaisons ainsi formées sont condensées en deux volumes :

$$HCl = 2\ \text{vol.},$$
$$H^2O = 2\ \text{vol.},$$
$$H^3Az = 2\ \text{vol.};$$

nous pouvons y ajouter

$$CH^4 = 2\ \text{vol.}$$

» Cette dernière formule est bien la vraie, car les atomes d'hydrogène peuvent être remplacés par quarts dans le gaz des marais. Ainsi les

---

[1] C'est à tort qu'on continue à citer Wenzel. Il est reconnu aujourd'hui que ce n'est pas lui, mais Richter, qui a découvert la proportionnalité entre les quantités d'acides et de bases qui se neutralisent réciproquement.

atomes des corps simples ne sont pas équivalents entre eux, puisqu'ils s'unissent à des proportions différentes d'un même corps simple. Leur capacité de combinaison pour l'hydrogène, le chlore, etc., est différente. C'est ce que nous nommons l'*atomicité* ou *valence* des atomes : le nom est bon ou mauvais, mais il exprime un fait, et ce fait est en rapport avec la loi de Gay-Lussac.

» Les molécules chimiques et les réactions qui leur donnent naissance ne sont pas équivalentes. Prenons un seul exemple : la réaction de l'acide chlorhydrique sur divers hydrates minéraux.

$$KOH + HCl = KCl + H^2O,$$
$$Mg(OH)^2 + 2HCl = MgCl^2 + 2H^2O,$$
$$Bi(OH)^3 + 3HCl = BiCl^3 + 3H^2O.$$

Les trois hydrates métalliques ne sont pas équivalents entre eux, ni les trois chlorures non plus. On voit aussi que les trois réactions, bien que comparables, ne sont pas équivalentes entre elles.

» J'ai employé dans les équations précédentes la notation atomique et j'ai écrit l'eau H^2O. Pourquoi Berzelius a-t-il substitué cette formule à la formule de Dalton HO? Par la raison que 2 volumes de vapeur d'eau qui pèsent 18, si 1 volume d'hydrogène pèse 1, renferment 2 volumes d'hydrogène et 1 volume d'oxygène, conformément à la grande découverte de Gay-Lussac. Ce volume d'oxygène, 16 fois plus dense qu'un volume d'hydrogène, représente un atome. Est-ce nouveau cela? Non. H^2O est une ancienne formule de l'eau, celle qui s'appuie sur les découvertes de Gay-Lussac et dans laquelle H^2 représente 2 volumes d'hydrogène et O un volume d'oxygène. Et le rapport de 2 à 16 est le même que celui de 1 à 8.

» J'ai écrit dans les équations précédentes $MgCl^2$, doublant le poids atomique du magnésium comme il convient de doubler les poids atomiques d'un grand nombre de métaux pour les mettre d'accord avec la loi de Dulong et Petit, ainsi que l'a montré un éminent chimiste italien, M. Cannizzaro. Les formules $MgCl^2$, $CaCl^2$, $BaCl^2$, $PbCl^2$, etc., sont-elles d'ailleurs nouvelles? En aucune façon. Que M. H. Sainte-Claire Deville ouvre les ouvrages de nos maîtres, puisqu'il en appelle à nos maîtres. Je lis, page 344 et page 384 du tome II du *Traité de Chimie appliquée aux Arts* de M. Dumas, 1830 :

Chlorure de baryum : 1 atome de baryum, 2 atomes de chlore.
Chlorure de magnésium : 1 atome de magnésium, 2 atomes de chlore, etc.

» Qu'il consulte la table qui donne les poids atomiques et les formules atomiques d'un très-grand nombre de combinaisons minérales et qui figurent à la page 449 du tome V du *Traité de Chimie* de Thenard (1836), il trouvera les mêmes formules et beaucoup d'autres qui se confondent avec nos formules actuelles. Celles-ci ne sont donc pas plus compliquées que les formules d'alors; au contraire, elles sont plus simples; car nous n'écrivons plus H^2Cl^2, Az^2H^6, K^2Cl^2, etc., mais HCl, AzH^3, KCl, etc.; et les deux premières formules ont été dédoublées par Gerhardt de façon qu'elles correspondent à 2 volumes. Ainsi tombe l'argument qui consiste à représenter la notation actuelle comme introduisant une complication nouvelle dans les formules de la Chimie minérale. Inutile de discuter cet argument en ce qui concerne les formules de la Chimie organique; c'est en vain que l'on essayerait de soutenir que les formules de l'alcool et de l'acide acétique C^2H^6O et $C^2H^4O^2$ sont plus compliquées que les formules en équivalents $C^4H^6O^2$ et $C^4H^4O^4$.

» En résumé, il résulte de la discussion qui précède que le système des équivalents chimiques, qui a prévalu vers 1840 sur la notation atomique de Berzelius, n'a tenu aucun compte des découvertes de Gay-Lussac sur les combinaisons des gaz entre eux, et que le maintien du principe de l'équivalence dans la notation chimique ramènerait la Science aux temps de Dalton, de Wollaston et de Richter. Ce serait un anachronisme, mieux encore un recul, et la Science ne recule pas. »

CHIMIE. — *Réponse à la Note de M.* Wurtz, *relative à la loi d'Avogadro et à la théorie atomique;* par M. **Berthelot.**

« La Note que vient de lire notre savant confrère me paraît réclamer une réponse de la part des personnes qui, comme moi, sont restées fidèles au langage des équivalents, et opposées à la notation atomique. Je le remercie de nous avoir fourni l'occasion publique de nous expliquer nettement à cet égard. Je dois déclarer d'abord que, dans mon opinion, cette question n'a pas l'importance extrême que semble y attacher notre éminent confrère. Le progrès de la science chimique n'est pas subordonné à un changement de notation qui ne touche point le fond des choses, comme l'avait fait il y a cent ans la Chimie pneumatique de Lavoisier. Aujourd'hui toutes nos vérités générales, toutes nos lois peuvent être énoncées au moyen des deux langages, avec la même clarté, souvent avec le même nombre de mots, dans

tous les cas conclus de raisonnements identiques. L'histoire de notre science prouve que ses grandes découvertes, y compris les plus modernes, ont été faites indifféremment par des savants partisans de la notation équivalente, et par des savants partisans de la notation atomique. Cependant la question du langage, même réduite à ces termes restreints de notations parallèles, présente son intérêt; elle le présente surtout, en raison des hautes prétentions affichées par les partisans du nouveau langage et de la théorie propre qu'ils se sont faite des phénomènes chimiques. C'est pourquoi il me semble utile de discuter les assertions que notre éminent confrère vient de produire devant l'Académie. Je commencerai par passer en revue les faits particuliers qu'il a cités et interprétés à sa façon; puis je présenterai quelques observations générales.

» Tous les corps simples à l'état libre, ou du moins presque tous, nous disent les atomistes modernes, existent à l'état de molécules, formées par l'association de deux atomes simples : l'hydrogène libre est de l'hydrure d'hydrogène, le chlore du chlorure de chlore, l'oxygène de l'oxyde d'oxygène. M. Wurtz a apporté comme preuve de cette assertion singulière la décomposition de l'hydrure de cuivre par l'acide chlorhydrique :

$$Cu^2H + HCl = Cu^2Cl + HH.$$

La molécule de l'hydrure de cuivre étant formée de deux atomes, dit-il, éprouve, en réagissant sur la molécule d'acide chlorhydrique, une double décomposition; et c'est cette tendance à la combinaison de l'hydrogène avec lui-même qui explique pourquoi l'hydrure de cuivre est décomposé si aisément par l'acide chlorhydrique; ce dernier corps étant incapable, ajoute notre savant confrère, d'agir sur le cuivre libre.

» Il explique de même la réaction de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent et sur divers autres oxydes métalliques :

$$Ag^2\underbrace{\Theta + H\Theta} = \underbrace{\Theta\Theta} + Ag^2 + H.$$

» Ce serait encore une preuve de l'affinité de l'oxygène pour lui-même.

» Ces explications ingénieuses me semblent de simples assertions sans preuve; elles offrent même cet inconvénient de satisfaire l'esprit du commençant, en l'empêchant de chercher la véritable cause des phénomènes. Or celle-ci est, à mon avis, toute différente. Si l'hydrure cuivreux est attaqué par l'acide chlorhydrique plus facilement que le cuivre libre (lequel l'est d'ailleurs également même à froid, quoique plus lentement, ainsi qu'il est facile de s'en assurer lorsqu'on place de la tournure de cuivre dans une so-

lution chlorhydrique de chlorure cuivreux), c'est probablement parce que l'hydrure de cuivre dégage de la chaleur en se séparant dans ses éléments, chaleur qui s'ajoute à celle de la formation directe du chlorure cuivreux. De même la décomposition de l'oxyde d'argent par l'eau oxygénée est un phénomène exothermique, accompagné par un dégagement de chaleur de + 8000 calories; ce qui suffit à rendre compte de la possibilité de la réaction. Il est probable qu'il se forme d'abord un bioxyde d'argent, comme avec beaucoup d'autres métaux; mais la chaleur dégagée est telle qu'elle porte ce nouveau bioxyde à une température qui le détruit aussitôt. En tous cas, le travail nécessaire pour passer de l'état initial à l'état final est accompli aux dépens de ces 8000 calories disponibles, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer la conception mystique d'un corps simple qui se combine avec lui-même.

» Qu'il me soit permis de faire ici une observation. N'est-on pas frappé de voir les partisans de la théorie atomique citer sans cesse et de préférence des réactions exceptionnelles, telles que les précédentes où les corps simples se présentent par atomes doublés? tandis qu'ils ne parlent presque jamais des réactions simples et directes, comme l'oxydation directe des éléments, ou la décomposition directe des acides par les métaux :

$$HCl + K = KCl + H;$$

réactions dans lesquelles l'oxygène et l'hydrogène figurent par atomes uniques? S'ils en parlent de temps à autre, c'est en compliquant gratuitement l'expression des réactions par le doublement de toutes les formules. Cette remarque va trouver immédiatement son application.

» En effet, M. Wurtz a cité encore comme preuve de l'excellence de la notation atomique la formule du chlorure de calcium, $\text{Ca}Cl^2$, opposée à celle du chlorure de potassium, KCl. Il résulte de cette formule, nous a-t-il dit, que là où une seule molécule de chlorure de calcium intervient, on devra employer deux molécules de chlorure de potassium. Toutes les réactions de ce dernier seront doublées, lorsqu'on les reproduira avec le chlorure de calcium. J'ai été surpris de ce développement; car c'est là précisément l'une des critiques les plus fortes et les mieux fondées que l'on puisse adresser à la notation atomique moderne. Elle complique l'exposition de toutes les réactions des sels métalliques, et cela sans aucune raison sérieuse tirée des réactions chimiques. Soit, par exemple, la double décomposition entre un azotate et un chlorure : dans la notation des équivalents, une seule formule suffit pour représenter les réactions de la plupart des chlorures

métalliques :

$$AzO^6M + M'Cl = AzO^6M' + MCl.$$

» Qu'il s'agisse des azotates d'argent ou de plomb, des chlorures de potassium ou de calcium, la même formule convient à tous. Dans la notation atomique, au contraire, quatre formules distinctes et dissemblables sont indispensables pour exprimer la réaction d'un chlorure sur un azotate. En voici la liste :

$$Az\Theta^3Ag + KCl = Az\Theta^3K + AgCl,$$
$$2Az\Theta^3Ag + \text{Ca}Cl^2 = Az^2\Theta^6\text{Ca} + 2AgCl,$$
$$Az^2\Theta^6\text{Pb} + 2KCl = 2Az\Theta^3K + \text{Pb}Cl^2,$$
$$Az^2\Theta^6\text{Pb} + \text{Ca}Cl^2 = Az^2\Theta^6\text{Ca} + \text{Pb}Cl^2.$$

» Ce qui fait quatre équations dans la notation atomique, quand une seule équation suffit dans la notation équivalente. On pressent quelle confusion doit résulter de ce nouveau système, pour l'enseignement de la Chimie minérale. En quoi pourtant les réactions chimiques du calcium ou du baryum justifient-elles la différence que l'on prétend établir entre ces métaux et le potassium? Est-ce que la chaux et la baryte se comportent autrement que la potasse et la soude dans leurs réactions essentielles? Où sont les azotates acides? les chlorhydrates de chlorures? les séries multiples de sels régulièrement redoublés? Les formules des bases et des sels sont pareilles, les réactions parallèles. Jamais aucune raison tirée des phénomènes chimiques n'aurait conduit à les distinguer.

» M. Wurtz me répond que la distinction entre les deux classes de métaux est établie d'après l'étude de leurs chaleurs spécifiques, et conformément à la loi de Dulong. Je ne vois pas bien pourquoi, la loi de Dulong fût-elle absolument vraie pour les corps solides, les rapports des poids atomiques auxquels elle conduit devraient être préférés à ceux qui sont déduits soit des densités gazeuses, soit des équivalences de poids résultant d'observations purement chimiques. Mais, dans le cas actuel, la loi de Dulong ne me paraît pas d'une certitude suffisante, du moins en ce qui touche les corps solides. En effet, les chaleurs spécifiques des métaux solides ne sont pas des quantités constantes; elles changent avec la température. La variation, loin d'être insignifiante, est telle que la chaleur spécifique des métaux, calculée d'après les expériences mêmes de Dulong, (faites entre zéro et 350 degrés), varierait de moitié et même davantage, si on l'évaluait vers 1000 à 1200 degrés. Cette variation, qui répond aux travaux spéciaux susceptibles de se produire dans l'état solide, est fort inégale d'un

métal à l'autre; de telle façon que les rapports observés à zéro entre les chaleurs spécifiques des métaux varient énormément, parfois même du simple au double, lorsqu'on les évalue vers 1000 degrés. La loi ne fournit donc aucune base rigoureuse à l'établissement d'un système de poids atomiques. Une telle base ne pourrait être cherchée, à mon avis, que dans l'extension de la loi de Dulong aux éléments amenés à l'état de gaz parfaits : les chaleurs spécifiques de ceux-ci sont, en effet, pour l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, des quantités constantes, indépendantes de la température et de la pression. Or, d'après les notions fournies par la Théorie mécanique de la chaleur, il ne paraît pas douteux que dans un tel état les éléments auraient tous la même chaleur spécifique sous le même volume; c'est-à-dire que la loi de Dulong, ramenée à des notions rigoureuses, fournirait, pour la détermination des poids atomiques, précisément les mêmes rapports que la loi relative aux densités gazeuses. En tout cas, l'emploi des chaleurs spécifiques des métaux solides ne paraît pas légitime.

» C'est ainsi que nous sommes ramenés à l'examen des relations entre les densités gazeuses et les équivalents ou les poids atomiques. Ces relations sont énoncées sous deux formes différentes par les partisans des équivalents et par les partisans des atomes. Il s'agit de la relation que M. Wurtz a exprimée sous le nom de *loi d'Avogadro*.

» Une remarque, et capitale, concernant le langage se présente ici; car la première condition du progrès d'une science, disait-on autrefois, c'est une langue bien faite.

» Je veux parler de la confusion qui tend à s'établir entre le mot *loi* et le mot *hypothèse*. Par exemple, Avogadro et Ampère ont énoncé une hypothèse et non une loi en disant : *Tous les gaz renferment le même nombre de molécules sous le même volume*. En réalité, nous ne voyons pas les molécules, et nous n'avons aucun moyen connu pour les compter.

» On disait autrefois, et nous disons encore : *Les densités des gaz et vapeurs sont proportionnelles à leurs équivalents*. Cet énoncé se déduit aisément des lois de Gay-Lussac; car si les gaz se combinent suivant des rapports de volumes simples, cela signifie que leurs densités sont dans le même rapport que leurs équivalents. C'est là une vraie loi, c'est-à-dire une relation déterminée entre deux ordres de propriétés observables par expérience : on peut peser un gaz; on peut en mesurer le poids équivalent par des expériences directes.

» Les partisans de l'ancienne théorie atomique avaient substitué à cette proposition la suivante : *Les molécules des gaz simples renferment toutes*

le même nombre d'atomes. Il y a là deux notions hypothétiques, celle de la molécule et celle de l'atome. Qui a jamais vu, je le répète, une molécule gazeuse ou un atome? La notion de la molécule est indéterminée, au point de vue de nos connaissances positives; tandis que l'autre notion, celle de l'atome, est purement hypothétique : on pourrait même dire contradictoire en soi, si on la prend dans un sens absolu.

» On sait d'ailleurs qu'aucun des énoncés précédents ne peut être adopté sans restriction. Aussi disons-nous aussi : Les poids équivalents des corps simples ou composés occupent les mêmes volumes, ou des volumes qui sont entre eux dans des rapports simples, tels que 1, 2, 3, 4.

» Ou bien encore :

1 équivalent d'oxygène occupe 1 volume;
1 équivalent de chlore, d'hydrogène, de mercure, 2 volumes;
1 équivalent d'acide chlorhydrique, 4 volumes;
Etc.

» M. Wurtz remplace cet énoncé par le suivant :

» Tous les gaz renferment le même nombre de molécules, la molécule pouvant être formée :

Soit par 1 atome (mercure, cadmium, etc.) ;
Soit par 2 atomes (hydrogène, chlore, oxygène) ;
Soit par 3 atomes (ozone) ;
Soit par 4 atomes (phosphore, arsenic).

» En quoi cet énoncé est-il plus clair ou plus logique? En quoi surtout constitue-t-il une théorie nouvelle, une Chimie moderne, qu'il convienne d'opposer à la Chimie de Lavoisier et de Gay-Lussac, que nous enseignons tous?

» Je me trompe : il y a une différence essentielle et qu'il importe de signaler. La définition de l'équivalent est une notion claire, susceptible, en général, d'être réalisée par des expériences précises. Il n'en est pas de même de la définition de l'atome, qui repose tantôt sur la notion d'équivalence déguisée; tantôt sur la notion de la molécule gazeuse, ce qui est une pétition de principe; tantôt sur la notion de la chaleur spécifique des éléments solides, quantité variable et qui ne peut servir de base à une définition rigoureuse.

» En un mot, l'atome est défini dans le nouveau système par trois notions différentes, qui conduisent souvent à des résultats incompatibles, entre lesquels le choix est arbitraire. La définition de l'atome l'est donc également, et c'est à cause de la confusion jetée dans la science par cette hypothèse mal définie que nous refusons d'y voir la base de l'enseignement de la Chimie.

» Ce n'est pas ainsi que l'Astronomie et la Physique ont procédé dans

l'établissement d'une doctrine commune à tous les savants du monde et universellement exposée de la même manière, sans qu'il s'élève nulle part aujourd'hui ces discussions scolastiques qui obscurcissent les théories chimiques. Le soin principal des astronomes depuis Newton, comme des physiciens depuis Galilée, a été et est toujours de distinguer les *lois*, c'est-à-dire les relations déterminées entre les phénomènes observables, des *hypothèses* et représentations que l'on peut se faire de ces phénomènes.

» Sans doute, les représentations sont commodes, et même nécessaires, pour trouver des choses nouvelles ; mais elles varient au gré de l'imagination de chacun; gardons-nous d'en faire la base même de la Science et l'objet d'une controverse perpétuelle.

» *Hypotheses non fingo*, disait Newton : ce qui signifie que la Science doit être formulée par des lois et non par des hypothèses. En effet, les lois peuvent être proposées, discutées, établies d'une manière définitive; elles sont alors le fondement solide d'une science qui se développe sans cesse, suivant des formules et un langage acceptés de tous.

» Eh bien! c'est cette situation heureuse que la Chimie n'a pas encore réussi à réaliser, comme l'ont fait la Physique et l'Astronomie. Certes la Chimie, elle aussi, possède des lois, des vérités générales, aussi nettes, aussi bien établies que celles des astronomes et des physiciens. Mais diverses personnes refusent de prendre ces lois comme le point de départ de notre science, et sa seule base légitime, ainsi que MM. Dumas et Liebig l'avaient fait, il y a quarante ans, avec l'assentiment universel; aujourd'hui, un certain nombre de chimistes, moins accoutumés à la précision des notions physiques, prétendent remplacer la définition rigoureuse des lois elles-mêmes par les images représentatives de ces lois, c'est-à-dire par des hypothèses, variables avec chaque génération, chaque secte, chaque personnalité. Attribuer à ces hypothèses leur véritable caractère, ce n'est point faire reculer la Science, c'est-à-dire abandonner des vérités acquises ; mais c'est permettre aux savants, allégés d'un bagage superflu, de s'avancer avec plus de certitude dans la recherche des lois réelles de la Mécanique moléculaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les eugénols substitués;* par M. A. CAHOURS.

« Dans une Note relative aux eugénols substitués, que j'ai publiée dans le numéro du 22 janvier 1877 de ces *Comptes rendus*, j'ai fait connaître un

acide *méthylpropylprotocatéchique* qui se forme par l'action du permanganate de potasse sur le propyleugénol. Lorsqu'on chauffe cet acide avec de l'acide nitrique de 1,36 de densité, il se dissout, en même temps que d'abondantes vapeurs nitreuses se dégagent. Si, lorsque le dégagement gazeux cesse de se produire, on ajoute de l'eau à la liqueur acide, il se sépare des flocons cristallins de couleur jaune, insolubles dans l'eau froide, peu solubles dans l'eau bouillante et ne se dissolvant qu'en partie dans l'ammoniaque ou dans une solution étendue de potasse.

» La portion insoluble dans les alcalis, qui est la plus abondante, se dissout dans l'alcool bouillant, d'où elle se sépare, partie par le refroidissement, partie par l'évaporation, sous la forme de feuillets cristallins d'apparence nacrée dont la couleur jaune clair rappelle celle du soufre. Ce produit, qui est complétement neutre, paraît être un dérivé nitré de la *méthylpropylpyrocatéchine*. Traité par l'acide chlorhydrique en présence de feuilles d'étain très-minces, il se dissout progressivement et, par l'évaporation de la liqueur, il se sépare une substance qui cristallise en aiguilles. Cette dernière, traitée par la potasse, donne un dépôt d'oxyde d'étain mélangé d'une matière organique qui se dissout dans l'étain et se colore en brun rougeâtre à l'air. L'acide chlorhydrique la dissout en prenant une couleur groseille ; l'ammoniaque la précipite de cette dissolution, sous la forme de flocons bruns.

» La portion qui s'est dissoute dans la liqueur ammoniacale laisse déposer, lorsqu'on y verse de l'acide chlorhydrique, des flocons jaunâtres. Ces derniers se dissolvent dans l'eau bouillante, d'où ils se déposent, par le refroidissement, sous la forme de petits prismes brillants jaune clair. Ce produit est très-probablement l'acide *méthylpropylprotocatéchique mononitré*. Un dosage de carbone et d'hydrogène de cette substance, que je n'ai pu me procurer qu'en très-faibles proportions, m'a fourni, comme on va le voir, des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux qu'indique la théorie.

» En effet, on a

C = 51,3	C^{22}............	132	51,8
H = 5,4	H^{13}............	13	5,1
»	Az^{2}............	14	5,5
»	O^{12}............	96	37,6
		255	100,0

» L'acide méthylpropylprotocatéchique étant distillé sur un mélange de sable et de baryte en poudre très-fine fournit une huile d'odeur aromatique, bouillant vers 240 à 245 degrés, qui m'a donné à l'analyse les

nombres suivants :

$$C = 71,7; \quad H = 8,6.$$

» En admettant que ce corps soit la *méthylpropylprotocatéchine,* la théorie donnerait

$$C = 72,3; \quad H = 8,4.$$

» L'*éthylène eugénol*, qui prend naissance dans l'action réciproque du dibromure d'éthylène et de l'eugénol potassé, composé dont j'ai fait connaître les principales propriétés physiques, est attaqué par le permanganate de potasse à la manière du méthyl et de l'éthyleugénol; dans ce contact se forme un sel de potasse dont on met l'acide en liberté par l'addition de l'acide chlorhydrique.

» Cet acide, presque entièrement insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante et dans l'alcool, se dissout en petites quantités dans l'éther, d'où il se sépare sous la forme d'une masse amorphe. Il se dépose également d'une solution alcoolique bouillante sans aucune apparence cristalline. Purifié par de nombreux lavages et séché avec soin, il se présente sous la forme de petites masses jaunâtres qui, chauffées avec précaution, éprouvent une demi-fusion. Chauffé plus fortement, il s'altère en répandant une odeur de vanille très-prononcée.

» Quatre analyses de ce composé m'ont donné en moyenne pour le carbone et l'hydrogène les nombres suivants :

$$C = 60,0; \quad H = 5,4,$$

nombres qui s'accordent avec la formule

C^{36}	216	59,7
H^{18}	18	5,0
O^{16}	128	35,3
	362	100,0

» Ce qui ferait de ce corps l'acide *éthylène diméthylprotocatéchique,* dont la génération s'explique facilement en admettant que dans la molécule de l'éthylène eugénol les deux groupements C^6H^5 se trouvent remplacés par 2 atomes de carboxyle.

» Cet acide aurait dès lors la constitution suivante :

$$C^{36}H^{18}O^{16} = C^{12}H^3 \left\{ \begin{matrix} C^2H^3O^2, \; O^2H^3C^2 \\ C^2H^4O, \; O^4HC^2 \\ O^2C^4H^4O^2 \end{matrix} \right\} H^3C^{12}.$$

» L'acide nitrique de 1,48 de densité l'attaque, sous l'influence de la

chaleur, en dégageant des vapeurs rutilantes; par le refroidissement de la liqueur il se dépose des cristaux transparents d'un jaune clair.

» Distillé sur un mélange de sable et de baryte, il donne une huile de couleur jaunâtre et d'odeur aromatique.

» Le perchlorure de phosphore agit énergiquement, à l'aide d'une douce chaleur, sur l'éthylène eugénol. Il se dégage de grandes quantités d'acide chlorhydrique en même temps qu'il se condense dans un récipient annexé à la cornue un liquide qui n'est autre que du terchlorure de phosphore mélangé d'un peu de chloroxyde.

» Si, lorsque l'action est terminée, on épuise par l'eau bouillante le produit resté dans la cornue jusqu'à ce que les eaux de lavage ne présentent plus de réaction acide, on obtient finalement une matière d'un jaune légèrement brunâtre, présentant l'aspect d'une résine très-friable à froid, se ramollissant sous l'influence d'une douce chaleur et se laissant étirer en fils très-fins.

» Insoluble dans l'eau, cette substance se dissout en assez faible proportion dans l'alcool même bouillant, d'où elle se dépose par le refroidissement sous la forme de petits mamelons. L'éther la dissout en plus forte proportion, mais n'abandonne par évaporation qu'un résidu amorphe. Cette substance n'offre donc aucune garantie de pureté. Néanmoins plusieurs analyses de produits de préparations différentes m'ont donné des nombres assez concordants qui tendraient à faire croire que ce produit est un dérivé par substitution de l'éthylène eugénol.

» Le bromure d'éthylène donnant, par son action sur l'eugénol potassé, des résultats d'une grande netteté, je me suis proposé d'obtenir l'homologue inférieur en faisant agir sur cette substance de l'iodure de méthylène et l'homologue immédiatement supérieur, en mettant en contact avec ce même eugénol potassé le véritable homologue supérieur du bromure d'éthylène, c'est-à-dire le dibromure de triméthylène, substance découverte par M. Reboul.

» L'iodure de triméthylène, chauffé dans des tubes scellés soit au bain-marie, soit au bain d'huile à 150 degrés avec de l'eugénol potassé, ne m'a donné que des produits visqueux dont j'ai dû abandonner l'étude. L'action du dibromure de triméthylène a complétement réalisé mes prévisions.

» 50 grammes de dibromure de triméthylène, que je dois à l'obligeance de M. Reboul, ayant été chauffés au bain-marie pendant quelques heures, en ballons scellés avec une proportion équivalente d'eugénol potassé en présence de l'alcool, il s'est formé un dépôt abondant de bromure de potas-

sium. Le ballon étant retiré du bain, le liquide surnageant s'est bientôt rempli de magnifiques cristaux. Ces derniers, traités par une solution de potasse caustique, afin de les débarrasser d'une petite quantité d'eugénol qui les souille, ont été lavés à l'eau pure, comprimés dans des doubles de papier buvard, puis dissous dans l'alcool bouillant. Par le refroidissement il se dépose des cristaux presque incolores qui, comprimés dans du papier buvard et redissous dans de l'éther, se séparent de ce liquide par une évaporation très-lente, sous la forme de magnifiques aiguilles satinées parfaitement incolores, présentant la plus parfaite ressemblance avec l'éthylène eugénol.

» Il se dépose, par le refroidissement gradué d'une dissolution alcoolique bouillante, non en lamelles comme son homologue inférieur, mais sous la forme de petits prismes incolores qui possèdent un grand éclat [1].

» Complétement desséché, ce produit fond à 82,5; soumis à l'analyse, il m'a donné les nombres suivants :

I. $0^{gr},322$ de matière m'ont donné 0,237 d'eau et 0,911 d'acide carbonique.

II. 0,345 d'un second échantillon m'ont donné 0,243 d'eau et 0,948 d'acide carbonique.

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.
Carbone	74,82	74,93
Hydrogène	7,71	7,81
Oxygène	17,27	17,26
	100,00	100,00

---

[1] Mon excellent confrère M. Des Cloizeaux, qui, à ma prière, a bien voulu examiner ces cristaux, m'a remis à ce sujet la Note suivante :

Prisme rhomboïdal droit d'environ 130 degrés.

Cristaux généralement composés des faces m, g^1, h^2 et g^1, et fortement aplatis suivant g^1.

Les faces m, h^2 et g^1 paraissent toujours très-inégalement développées. Aucun des cristaux observés n'a offert de sommets distincts.

Plan des axes optiques parallèle à g^1. Bissectrice aiguë *positive* normale à l'arête $\frac{m}{m}$.

Dans l'huile, les anneaux correspondant à chacun des deux axes optiques sont parfaitement symétriques. La dispersion de ces axes est très-faible avec $\rho < v$. Deux aiguilles ont fourni approximativement :

	I.	II.
Hyperbole gauche anormale	32°40′	32° 0′
Hyperbole droite anormale	32° 6′	32°40′
$2H_{a,s}$	64°46′	64°40′

qui s'accordent avec la formule

$$C^{46}H^{28}O^{8} = C^{12}H^{8}\left\{\begin{matrix} C^{2}H^{3}O^{2}O^{2}H^{3}C^{2} \\ C^{6}H^{5}H^{5}C^{6} \\ O^{2}-C^{6}H^{6}-O^{2} \end{matrix}\right\}H^{3}C^{12}.$$

» Cette dernière exige en effet les nombres suivants :

C^{46}	276	75,0
H^{28}	28	7,6
O^{8}	64	17,4
	368	100,0

» Ce composé, l'homologue immédiatement supérieur de l'éthylène eugénol, est donc le *propylène eugénol*.

» Une solution aqueuse de permanganate de potasse attaque le propylène eugénol fondu sous l'eau de la même manière que son homologue inférieur. Si, lorsque le permanganate ne se décolore plus que difficilement, on arrête l'action, qu'on filtre la liqueur et qu'on y ajoute un léger excès d'acide chlorhydrique, il se sépare une matière floconneuse d'un blanc légèrement jaunâtre, non cristalline, à peine soluble dans l'eau bouillante, qui présente la ressemblance la plus parfaite avec l'acide éthylène diméthylprotocatéchique, et que je désignerai par suite sous le nom d'*acide propylène diméthylprotocatéchique*. Ce produit répand, lorsqu'on le chauffe, comme son homologue éthylénique, une odeur de vanille.

» L'analyse de ce composé m'a fourni, pour le carbone et l'hydrogène, les nombres suivants :

$$C = 61,05, \quad H = 5,62.$$

» La formule $C^{38}H^{20}O^{16}$ donne

$$C = 60,64, \quad H = 5,32$$

» On connaît deux autres composés répondant à la même formule que le dibromure de triméthylène : ce sont le méthylbromacétol et le bromure de propylène, dont la constitution est entièrement différente.

» J'ai fait agir ce dernier en vases clos au bain-marie sur l'eugénol potassé en présence de l'alcool. Après une chauffe de douze heures à 100 degrés, j'ai mis fin à l'expérience. Le matras renfermait un dépôt abondant de bromure de potassium que surnageait un liquide alcoolique dans lequel il ne s'est pas manifesté trace de cristaux par le refroidissement. Chauffé au bain-marie pour en chasser la majeure partie de l'alcool, ce liquide a laissé un résidu que j'ai traité par une dissolution de potasse pour enlever l'eugénol inaltéré, puis par l'eau pure.

» J'ai obtenu ainsi une huile pesante d'odeur aromatique. Abandonnée à elle-même dans des soucoupes, elle a laissé déposer, du jour au lendemain, quelques cristaux que j'ai comprimés dans du papier buvard et que j'ai fait cristalliser dans l'éther.

» Ce produit se présente sous la forme d'aiguilles dont l'aspect est un peu différent de celui du propylène eugénol. Ce dernier est une fraction assez faible de la matière huileuse dont il s'est séparé. Après purification, il fond entre 56 et 58 degrés.

» La combustion avec l'oxyde de cuivre m'a donné, pour le carbone et l'hydrogène, les nombres suivants :

$$C = 74,89, \quad H = 7,81,$$

qui s'accordent avec la formule

$$C^{46}H^{28}O^{8},$$

qui est celle du propylène eugénol. Ce serait donc un isomère de ce dernier.

» Quant à la matière huileuse qui retient en dissolution une certaine quantité de cristaux et qui, décomposée par la chaleur, ne saurait être purifiée que très-difficilement, j'ai pensé qu'il était complétement inutile de la soumettre à l'analyse. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la fonction glycogénésique du foie;* par M. Cl. Bernard.

« Dans mes premières études et dans les expériences que j'eus l'honneur de répéter devant une Commission de cette Académie [1], je recherchais le sucre dans le tissu et dans le sang du foie, après avoir préalablement sacrifié les animaux, de sorte qu'il s'écoulait un temps variable, mais toujours assez long, entre le moment où la vie et la circulation avaient cessé et l'instant où le sucre était constaté et dosé. Ce ne fut que plus tard, en examinant de plus près le phénomène glycogénique chez l'animal vivant, que je reconnus ce fait en apparence singulier, que loin de cesser immédiatement avec la vie, la formation du sucre continue à avoir lieu activement dans le tissu hépatique après la mort dans un foie récemment séparé de l'organisme.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XL, p. 716 et 1281.

» Je vis immédiatement qu'il fallait rectifier les chiffres que j'avais donnés dans mes anciennes expériences relativement à la proportion de matière sucrée contenue dans le tissu hépatique.

« Tous les dosages du sucre dans le foie, disais-je, doivent être vérifiés d'après la connaissance de ces nouveaux faits. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 25 septembre 1855, t. XLI, p. 469.)

I. — Démonstration expérimentale de la propriété glycogénique du foie pendant la vie.

» Je veux prouver aujourd'hui que la matière sucrée qui sort du foie résulte d'une propriété glycogénique qui est spéciale au tissu hépatique et qui peut être constatée sur un animal vivant d'une manière aussi évidente et aussi simple que les propriétés de tissus de tous les autres organes, glandulaires, musculaires, nerveux, etc.

» Voici la *méthode opératoire* à l'aide de laquelle nous donnons cette démonstration.

» L'animal (chien ou lapin, chloroformé ou non) ayant les membres antérieurs disposés de manière à soulever les côtes en élargissant la base du thorax, nous pratiquons une longue incision à l'abdomen sur la ligne blanche au-dessous de l'appendice xyphoïde. Nous écartons largement les bords de la plaie à l'aide de deux érignes, et nous saisissons aussitôt avec une pince de Museux un lobe du foie dont nous jetons immédiatement une partie dans une capsule d'eau bouillante, après avoir placé sur la base de ce lobe une pince à pression continue ou une ligature pour empêcher le sang de s'écouler. Toute cette opération peut ne pas durer plus de deux à trois secondes. Le fragment de foie est maintenu à l'ébullition pendant cinq à dix minutes, divisé et trituré dans un mortier, puis la quantité de sucre qu'il renferme est dosée au moyen de la liqueur titrée de Fehling.

» Pour procéder à ce dosage, il est nécessaire de connaître le poids du foie et la quantité d'eau dans laquelle il a été immergé. Pour arriver à cette connaissance, nous plaçons la capsule contenant environ 60 grammes d'eau bouillante dans une balance ordinaire, sur un support auquel arrive un petit bec de gaz qui entretient l'ébullition. Nous pesons l'eau en ébullition et le foie au moment de son immersion, l'évaporation étant insignifiante pendant ce court espace de temps ; puis on ramène par le calcul le mélange à 20 grammes de foie pour 60 grammes d'eau. La décoction hépa-

tique qu'on obtient ainsi est généralement rendue opaline par la présence du glycogène qui accompagne le sucre ([1]). Lorsque l'opalescence trop forte du liquide gêne le dosage par la liqueur de Fehling, il convient de doser le sucre par différence. On divise le liquide obtenu en deux parties égales : dans l'une on détruit le sucre (glycose) par la potasse, après quoi on transforme le glycogène en sucre par l'addition d'un dixième d'acide chlorhydrique ; dans l'autre portion on transforme directement le glycogène par l'acide chlorhydrique et ensuite on dose la teneur en sucre des deux liquides. Il est clair que la différence donne à la fois le sucre et le glycogène hépatiques.

» Nous devons dire tout d'abord que dans notre procédé opératoire de vivisection la fonction glycogénique du foie reste parfaitement régulière. En effet, le tissu hépatique renferme constamment pendant la vie une quantité normale de sucre que l'on constate au début de l'opération et qui demeure exactement la même tant que dure l'expérience.

» Nos études ont mis ces faits en pleine évidence. Nous avons déterminé les quantités de sucre contenues dans le tissu hépatique des animaux vivants, d'abord au moment même où nous mettions le foie à nu, puis à des intervalles plus ou moins éloignés. Les nombres, ainsi qu'on va le voir, sont restés les mêmes. Tous, sans exception, concordent pour démontrer qu'il est inutile d'agir avec la rapidité qu'on avait crue nécessaire. On peut procéder méthodiquement et sans précipitation : il suffit que la circulation ait été normale et régulière dans les différentes parties du foie qu'on examine successivement.

Première expérience. — Chien en digestion :	Sucre p. 1000.
	gr
a. Foie mis à nu; circulation régulière; examiné immédiatement.........	2,64
b. » » après trois quarts d'heure..	2,58

Deuxième expérience. — Chien en digestion :	
a. Foie mis à nu, circulation libre, examiné immédiatement..............	2,40
b. » » après vingt minutes..........	2,40
c. » » après trente minutes	2,38
d. » » après une heure.............	2,40

([1]) Si la décoction hépatique est colorée en jaune par des matières biliaires, on ajoute une très-faible quantité de charbon animal, qui dans ces conditions décolore la liqueur sans lui enlever sensiblement ni sucre ni matière glycogène.

Troisième expérience. — Lapin en pleine digestion :

a.	Foie mis à nu, circulation libre, examiné immédiatement	3,50
b.	» » après dix minutes	3,50
c.	» » après vingt minutes	3,53

Quatrième expérience. — Chien à jeun :

a.	Foie mis à nu, circulation libre, examiné immédiatement	1,60
b.	» » après dix minutes	1,62

Cinquième expérience. — Lapin :

a.	Foie mis à nu, circulation libre, examiné immédiatement	0,80
b.	» » après seize minutes	0,81

» Les expériences précédentes établissent clairement la démonstration que nous voulions donner relativement à la propriété glycogénique du foie pendant la vie.

» 1° Nous constatons que le tissu hépatique seul parmi tous les tissus du corps renferme sur l'animal vivant une proportion de sucre qui peut varier en moyenne de 1 à 3 pour 1000 [1], suivant les diverses conditions physiologiques [2].

» 2° Nous voyons de la manière la plus évidente que la mise à nu de l'organe hépatique et l'influence de la vivisection n'amènent pas de variation dans la quantité du sucre du foie, pourvu qu'il ne survienne pas des troubles profonds des fonctions circulatoires et respiratoires. Mais, dès que la circulation vient à être troublée profondément ou à s'arrêter soit par la mort de l'animal ou par toute autre cause, la matière sucrée s'accumule immédiatement et augmente rapidement dans le tissu du foie, ainsi que nous allons le démontrer.

II. — Démonstration expérimentale de la persistance de la propriété glycogénique du foie après la mort.

» Après avoir dosé la quantité normale de sucre que renferme le tissu hépatique pendant la vie, si l'on vient à sacrifier l'animal, ou à exciser une partie de son foie, ou à arrêter par une ligature la circulation dans un de ses lobes hépatiques, on constate que la proportion normale de matière su-

---

(1) Les faits observés par MM. Dalton et Panum sont d'accord avec les nôtres.

(2) Chez les animaux hibernants ou chez ceux qui ont été soumis à une longue abstinence, on peut trouver des proportions beaucoup plus faibles de sucre. Nous reviendrons plus tard, à propos du mécanisme de la formation du sucre dans le foie, sur les conditions physiologiques qui peuvent faire varier les proportions de sucre dans le tissu de l'organe.

crée, loin de rester la même, va aussitôt en augmentant, ce qui prouve que, au lieu d'être arrêtée par la mort ou par l'interruption de la circulation, la propriété glycogénique continue encore à se produire avec activité. Ici les faits parleront encore d'eux-mêmes.

	Sucre p. 1000.
Première expérience. — Chien en digestion :	gr
a. Foie normal, circulation normale	2,40
b. » circulation arrêtée depuis cinq minutes	5,60
c. » circulation arrêtée depuis une demi-heure	10,00
Deuxième expérience. — Chien :	
a. Foie normal, circulation libre	2,12
b. » circulation arrêtée depuis dix minutes	7,00
c. » foie excisé depuis une demi-heure	8,60
Troisième expérience. — Lapin en digestion :	
a. Foie normal, circulation libre	3,50
b. » circulation arrêtée depuis cinq minutes	8,00
c. Animal sacrifié, foie après vingt-quatre heures	32,00
Quatrième expérience. — Lapin à jeun :	
a. Foie normal, circulation libre	1,20
b. » circulation arrêtée depuis dix minutes	4,00
Cinquième expérience. — Lapin :	
a. Foie normal, circulation libre	0,80
b. Foie, circulation arrêtée depuis dix minutes	6,40
c. Animal sacrifié, foie après sept heures	16,00
d. » foie après vingt-quatre heures	21,00

» Les expériences nous conduisent encore ici à une complète démonstration. Nous constatons avec certitude que la matière sucrée continue à se former dans le foie après la mort, et qu'elle s'accumule dans le tissu de l'organe dès que la circulation ne l'emporte plus dans le torrent circulatoire. Nous prouverons ultérieurement que c'est la seule explication qu'il convient de donner de ces phénomènes. Mais, pour le moment, nous ne voulons retenir que le fait de *la persistance de la propriété glycogénique du foie après la mort*, parce qu'il a donné lieu à des interprétations diverses que nous allons examiner maintenant.

III. — Interprétation de la glycogénie hépatique post mortem.

» Le fait de la formation *post mortem* du sucre dans le foie est si facile à vérifier que, lorsque je l'eus fait connaître, personne ne songea à le con-

tester, seulement on lui donna des interprétations qui méritent de nous arrêter quelques instants, afin d'en faire l'examen critique et de nous former un jugement sur leur valeur et leur véritable signification.

» Nous rappelons d'abord les faits qui établissent, ainsi que nous l'avons prouvé, que le sucre existe normalement dans le foie pendant la vie dans une proportion notable, qui s'accroît rapidement après la mort, dès que la circulation a cessé dans le tissu hépatique.

» Toutes les expériences qu'on a cru pouvoir produire comme étant contradictoires à ces résultats sont défectueuses et entachées d'erreurs. Ces remarques peuvent s'appliquer aux expériences de MM. Pavy, Meissner, Ritter, Schiff, Lussana, etc. Ces expérimentateurs n'ont pas agi d'une manière suffisamment précise. Ils ne donnent pas les quantités relatives d'eau et de foie employées; ils ne dosent jamais la proportion de sucre trouvée, et font souvent usage de procédés trop grossiers pour permettre de reconnaître les quantités de 1 à 2 pour 1000 de sucre dans le tissu du foie.

» Il est évident que tous ces auteurs ont été frappés par le fait surprenant, au premier abord, de l'augmentation rapide du sucre hépatique après la mort. Ils ont vu un morceau de foie, pauvre en sucre au moment où il était pris sur l'animal vivant, s'enrichir considérablement de matière sucrée en quelques minutes : alors ils ont cru que ce sucre s'était produit par le fait de la séparation du foie de l'organisme sous l'influence d'une cause mortelle, mystérieuse, ou par l'absence de l'influence nerveuse, ou par la production d'un ferment cadavérique, etc. Rien de semblable n'a lieu, car nous démontrerons plus tard que la quantité de sucre qui s'est accumulée dans le foie, séparée du corps, est exactement celle qui serait produite pendant la vie, mais qui aurait été éliminée si la circulation fût restée normale et eût continué à laver le foie.

» Le foie, comme tous les autres tissus, continue donc à faire après la mort ce qu'il faisait pendant la vie; sa propriété glycogénique, loin d'être un phénomène cadavérique, n'est au contraire que l'activité vitale ou physiologique de son tissu, qui persiste et ne s'éteint qu'un certain temps après la mort, lorsque la constitution chimico-physique de la matière organisée s'est altérée.

» En résumé, de tout ce qui précède, nous tirerons les conclusions suivantes :

» 1° La propriété glycogénésique est inhérente au tissu du foie, comme toutes les autres propriétés physiologiques ou organiques sont inhérentes à leurs tissus respectifs.

» 2° Cette propriété glycogénésique se manifeste pendant la vie et un certain temps après la mort, comme cela a lieu pour toutes les autres propriétés de tissus qui ne sont que le résultat d'une nutrition antérieure [1].

» 3° La propriété glycogénésique animale se présente ainsi à notre étude dans des conditions physiologiques et physico-chimiques identiques à celles de toutes les autres propriétés de tissus de l'organisme vivant. D'où il résulte que nous étudierons la *glycogénie post mortem artificielle*, comme nous étudions *les digestions post mortem artificielles, les sécrétions post mortem artificielles, la contraction musculaire post mortem artificielle*, etc., sur les organes et les tissus d'un animal récemment mort.

» Nous n'aurons à introduire dans ces études l'influence d'aucune force *vitale* ou *cadavérique*, mais seulement l'examen attentif des conditions physiologiques et physico-chimiques particulières au tissu hépatique. Ce sera l'objet de la prochaine Communication que j'aurai l'honneur de faire à l'Académie. »

NAVIGATION. — *Observations relatives à l'Ouvrage présenté à l'Académie par M.* Yvon Villarceau, *sous le titre de : « Nouvelle navigation ».* Note de M. **Mouchez**.

« Dans la séance du 14 mai, M. Yvon Villarceau a présenté un ouvrage intitulé la *Nouvelle navigation*. Bien que je ne connaisse encore ce travail que par les communications précédemment faites, je crois que, malgré la belle étude qu'il contient sur les chronomètres, les marins n'accepteront pas sans quelque protestation un titre qui semble ouvrir de nouvelles voies à l'Astronomie nautique, quand il n'est principalement question, en réalité, que d'un essai d'améliorer deux méthodes de corrections connues et usitées depuis longtemps dans la Marine.

» La première de ces méthodes est relative à la marche des chronomètres; au moment où, grâce aux persévérants efforts du Dépôt de la Marine, les perfectionnements apportés à la construction de ces instruments com-

---

(1) La nutrition cesse dans tous les tissus au moment de la mort, de sorte qu'ils ne peuvent manifester leurs propriétés *post mortem* qu'en détruisant des matériaux préalablement accumulés. Le tissu hépatique continue à faire du sucre pendant un temps proportionnel à la quantité de matière glycogène antérieurement formée, mais il n'en forme plus. Ces remarques s'appliquent à tous les tissus glandulaires, musculaires, etc. J'aurai l'occasion de traiter ces questions avec détail quand je m'occuperai du mécanisme intime de la formation du sucre dans le foie.

mençaient à rendre le plus souvent inutile, dans la pratique courante de la navigation, l'usage des diverses méthodes de correction des marches anciennement recommandées, M. Yvon Villarceau, reprenant la solution de ce problème à un point de vue général et plus rationnel, a proposé l'application de la série de Taylor pour remplacer les formules qu'on employait précédemment et qui ne représentaient que le premier ou les deux premiers termes de ce développement. Théoriquement cette idée était très-juste, mais dans la pratique elle présentait deux graves inconvénients qui en ont rendu l'application à peu près impossible.

» La première de ces difficultés, c'est qu'il existe peu de chronomètres embarqués dont la régularité des variations autorise l'application d'une formule fondée sur l'hypothèse d'une absence complète de solution de continuité. Ces délicats instruments sont soumis, à la mer, à tant de causes de variations accidentelles, qu'il est bien difficile d'admettre qu'on puisse calculer utilement leur marche par les mêmes formules de continuité qu'on applique à la marche des astres ou à d'autres phénomènes naturels. Dans cette dernière application, les physiciens trouvent même déjà que le troisième terme de la série de Taylor conserve à peine quelque valeur, mais que les suivants n'ont plus aucune signification utile.

» La seconde difficulté qui a été reconnue par M. Yvon Villarceau lui-même, c'est que sa méthode conduit à des calculs très-longs et laborieux, tout à fait incompatibles avec les exigences de la navigation; c'est également l'opinion de M. de Magnac qui a fait, sous sa direction, pendant deux campagnes successives, l'application de ce procédé à 17 chronomètres; voici ce qu'il dit dans son dernier Mémoire :

« La méthode des coefficients étant certainement impraticable pour la navigation, nous avons dû chercher à la remplacer par des constructions graphiques (1). »

» Il doit donc y avoir quelque malentendu dans l'assertion que des marines étrangères auraient adopté cette méthode. Je ne connais encore que les Allemands qui en aient fait l'essai, et M. Peters, après une assez longue expérience à l'Observatoire de Kiel, conclut également que la formule de Taylor, qui peut rendre quelques services à terre, est peu applicable dans la navigation. Il dit qu'il y a lieu de la remplacer par une formule beaucoup plus simple qui ne contient qu'une constante de la marche et deux termes de la première et de la deuxième puissance de la température, c'est-

(1) *Recherches sur les chronomètres*, cahier n° 10, p. 322.

à-dire à très-peu près la formule proposée, il y a une trentaine d'années, par Lieussou.

La formule de Taylor n'aurait donc plus quelque avantage que pour calculer, après le retour des campagnes scientifiques, les longitudes observées dans le cours du voyage.

» Reconnaissant l'impossibilité de l'emploi pratique de cette méthode, MM. Yvon Villarceau et de Magnac proposent de lui substituer des constructions graphiques; mais il me sera permis alors de leur faire remarquer qu'ils semblent ignorer que j'ai employé et proposé pour la première fois la construction des *courbes des marches diurnes* et des *courbes isothermes*, il y a vingt-cinq ou trente ans, comme le procédé le plus simple et le plus fécond d'étudier la loi des variations des chronomètres embarqués et de corriger les marches. Il n'y a donc là rien de nouveau ([1]).

» Il faut ajouter toutefois que ce procédé, qui pouvait rendre de très-grands services à une époque où les chronomètres, fort mal compensés, avaient de très-grandes variations, n'a plus aujourd'hui la même utilité.

» Le deuxième procédé sur lequel se fonde sans doute notre savant confrère pour justifier ce titre de *Nouvelle navigation* consiste dans la *recherche du point le plus probable.*

» Mais c'est encore là une correction toute particulière, d'un emploi rare, appliquée à une méthode très-simple, anciennement connue sous le nom de *méthode des différences*, puis vulgarisée, depuis 35 ans, sous le nom d'un officier américain, Sumner.

» On sait que la hauteur horaire d'un astre ne donne la longitude que si l'on connaît en même temps la latitude, ce qui a rarement lieu ; le point qu'on obtient est donc toujours douteux aux quelques milles près d'erreur de l'*estime;* en pleine mer, c'est-à-dire pendant la plus grande partie de la navigation, cela n'a aucune importance, mais près de la côte, et quand on n'en reconnaît pas bien les détails, il y a quelquefois avantage à porter sur la carte, au lieu du point douteux donné par le calcul de l'angle horaire, le petit élément de ligne droite perpendiculaire à l'azimut de l'astre sur lequel se trouve pratiquement le navire ; cette ligne, connue sous le nom de *droite des hauteurs* ou *ligne de position*, est un lieu géométrique qui n'est autre que la projection du petit cercle de la sphère, pour tous les points duquel la hauteur de l'astre est égale à celle qu'on a observée.

([1]) *Observations chronométriques faites pendant la campagne de circumnavigation de la* Capricieuse, 1850-1855. (Publiées par le Dépôt de la Marine.)

Généralement, on peut obtenir en même temps un sondage ou un relèvement de terre qui fait cesser le doute et fixe le point sur la ligne tracée.

Si l'on peut observer plusieurs astres en même temps, comme cela peut se faire dans quelques rares circonstances, ou observer la hauteur d'un même astre à différentes époques, en tenant compte du chemin du navire entre les observations, on obtient autant de lignes de hauteur, dont l'intersection commune donne le point cherché ; si elles ne se coupent pas au même point, elles forment un petit polygone, dont le centre de figure représente à peu près la position du navire. M. Yvon Villarceau a fait une intéressante recherche de ce point le plus probable, d'après le calcul des probabilités, afin d'en assurer la position avec le moins d'incertitude possible. Mais il me semble inutile de faire remarquer que la solution complète de ce problème de très-rare application est de bien peu d'importance pour la navigation ; ce n'est que dans des cas exceptionnels qu'on pourrait avoir recours à de tels procédés. Les observations de nuit sont encore bien difficiles, trop douteuses et, combinées de cette manière, un capitaine ne pourrait en considérer le résultat que comme un simple avertissement, car ce ne sera jamais sur de telles données qu'il risquera le sort de son navire.

» Dans cet ordre d'idées, il y aurait lieu de rechercher aussi la petite erreur qu'on commet en traçant une ligne droite de quelques milles d'étendue au lieu de l'élément de courbe représentant, sur la carte de Mercator, la projection d'un arc de petit cercle. Ce sont là des recherches spéculatives un peu trop subtiles n'ayant qu'un intérêt théorique, comme en ont faites déjà sur l'Astronomie nautique bien des professeurs et des savants peu familiarisés avec les besoins de la Marine ; elles ne peuvent avoir aucune utilité pratique. Il faut des procédés plus simples, plus sûrs et plus rapides pour diriger un navire.

» En résumé, la méthode analytique proposée par notre savant confrère pour corriger les marches des chronomètres embarqués, quelque juste et fondée qu'elle soit en théorie, est reconnue impraticable d'après les expériences qu'il a fait faire lui-même et les travaux de M. Peters, à Kiel.

» La méthode graphique qu'il lui substitue est, à très-peu près, celle que j'ai pratiquée et recommandée depuis bien longtemps. Il ne peut pas y avoir une grande différence dans la manière de construire ces courbes.

» Enfin, on éprouvera si rarement le besoin d'employer son nouveau procédé pour déterminer *le point le plus probable* dans les conditions qu'il indique, qu'on ne peut réellement pas considérer la solution de ce problème comme un progrès d'un grand intérêt pour la navigation.

» Je me crois donc fondé, par ces divers motifs, à dire que les marins, et tous ceux qui font de l'Astronomie nautique l'objet de leurs études spéciales, ne trouveront pas assez justifié le titre du nouvel Ouvrage présenté à l'Académie des Sciences.

» Mais que notre savant confrère me permette de faire ici appel à sa grande habileté comme géomètre. Il serait vivement à désirer qu'il reprît, en sens inverse, le problème des chronomètres qu'il vient d'essayer de résoudre; au lieu de chercher à plier leurs variations de marche à une formule de continuité qui ne leur est encore que très-rarement applicable, il devrait avoir recours aux méthodes analytiques qu'il emploie avec une si incontestable supériorité pour calculer *a priori* les formes, les dimensions, les poids les plus favorables des différents organes des chronomètres, comme il a réussi à le faire avec un si remarquable succès pour son nouveau régulateur. Il donnerait aux horlogers des bases de construction certaines et leur éviterait des tâtonnements sans règle, des procédés empiriques qui ne semblent plus capables de faire faire aucun progrès sérieux. Ce n'est qu'appuyé sur une théorie éclairée que l'on pourra atteindre le dernier degré de précision possible de la chronométrie, et nul mieux que notre savant confrère n'est capable de résoudre ce difficile problème et de rendre ainsi un grand service aux navigateurs et à la Géographie. »

ALGÈBRE. — *Sur une méthode algébrique pour obtenir l'ensemble des invariants et des covariants fondamentaux d'une forme binaire et d'une combinaison quelconque de formes binaires* [suite(1)]. Note de M. Sylvester.

« 3° Prenons le système comprenant deux formes binaires, l'une biquadratique, l'autre quadratique. En faisant rapporter la variable T à la quadratique et t à la biquadratique, je trouve que la génératrice, sous sa forme canonique, aura pour dénominateur

$$(1-t^2)(1-t^3)(1-T^2)(1-T^2t)(1-T^2t^2)(1-Tv)(1-tv^2)(1-t^2v^2)$$

et pour numérateur

$$\begin{aligned}&(1+T^3t^3)+[(T+T^2)t+(T+T^2)t^2+(T^2-T^4)t^3]v^2\\&+(Tt+Tt^2+T-T^3t^3-T^3t^4-T^3t^5)v^4\\&+[(1-T^2)t^3-(T^2+T^3)t^4-(T^2+T^3)t^5]v^6-(Tt^3+T^4t^6)v^8.\end{aligned}$$

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 mai, p. 1113.

» Ici aucun des termes du numérateur ne disparaît par l'opération du tamisement, et il y aura 8 primaires, 10 secondaires, 18 *grundformen* en tout, ce qui est d'accord avec les résultats déjà obtenus. (Voir *Salmon's Lessons*, 3e édition, p. 200.)

» Finalement, je considérerai le cas *crucial*, où M. Gordan et moi nous sommes en désaccord, de deux formes biquadratiques. Pour plus de brièveté, je ne donnerai que la première moitié des termes du numérateur; on peut obtenir le reste de ces termes (qui n'influe nullement sur le résultat, tous les coefficients positifs dans cette partie, 25 en nombre, s'évanouissant dans le procédé de *tamisement*) par la règle suivante : *A chaque terme, dans la première partie, correspondra un terme dans la seconde partie du numérateur, tel que le produit des deux termes sera* $T^7 . t^7 . v^{14}$.

» Or je dis que le dénominateur de la génératrice sera

$$(1 - T^2)(1 - T^3)(1 - t^2)(1 - t^3)(1 - Tt)(1 - Tt^2)(1 - tT^2)_0$$
$$(1 - Tv^4)(1 - T^2v^4)(1 - tv^4)(1 - t^2v^{14}),$$

et la première partie du numérateur (la seule effective) sera

$$\begin{aligned}
&(1 + T^2t^2 + T^4t^4)\\
&\quad + [(Tt) + (T^2t + Tt^2) + (Tt^3 + T^2t^2 + T^3t) + (T^2t^3 + T^3t^2) + T^3t^3]v^2\\
&\quad + (Tt + Tt^2 + T^2t + T^2t^2 + T^3t^3 + T^4t^3 + T^3t^4\\
&\qquad\qquad - T^5t^4 - T^4t^5 - T^6t^4 - T^4t^6)v^4\\
&\quad + [(Tt + T^3 + T^2t + Tt^2 + t^3 + T^2t^2 - Tt^4 - T^2t^3 - T^3t^2 - T^4t\\
&\qquad - Tt^5 - 2T^2t^4 - 3T^3t^3 - 2T^4t^2 - T^5t - T^5t^2 - 2T^4t^3\\
&\qquad\qquad - 2T^3t^5 - T^2t^5 - T^3t^5 - T^5t^3)]v^3.
\end{aligned}$$

» Par l'opération de *tamisement* opérée sur les termes du numérateur, il ne restera que les triplets

2.2.0, 1.1.2, 2.1.2, 1.2.2, 1.3.2, 2.2.2, 3.1.2, 2.3.2, 3.2.2,
1.1.4, 1.2.4, 2.1.4,
1.1.6, 3.0.6, 0.3.6, 2.1.6, 1.2.6.

» Observez que les triplets 2.2.4, 2.2.6 disparaissent, comme étant respectivement les sommes de triplets inférieurs. Ainsi il y aura 17 *grundformen* secondaires et 11 primaires, faisant ensemble le nombre 28.

» J'ai calculé aussi la génératrice pour la forme du huitième degré; mais elle est trop longue pour être reproduite ici. La partie de cette fonction

appartenant aux invariants a été déjà donnée par moi, dans sa forme canonique, dans la première de mes deux Communications récentes à l'Académie.

» Le dénominateur est

$$(1-t^2)(1-t^3)(1-t^4)(1-t^5)(1-t^6)(1-t^7);$$

le numérateur est

$$1+t^8+t^9+t^{10}+t^{18}.$$

» Je profite de cette occasion pour corriger une erreur dans la Communication que j'avais envoyée par dépêche télégraphique. Les radicaux primaires invariants seront, comme je l'avais remarqué, 6 en nombre et des degrés 2, 3, 4, 5, 6, 7 par rapport aux coefficients; mais les secondaires seront 3 et non pas 4 en nombre et des degrés 8, 9, 10 respectivement. Le tamisement fera disparaître l'indice 18 tout à fait, et, comme dans le cas de deux formes biquadratiques, cette opération de tamisement fait disparaître l'invariant double correspondant au terme $T^4 t^4$ dans le numérateur.

» J'ai obtenu la génératrice pour les invariants appartenant à la forme du septième et à la forme du dixième degré; dans cette dernière, c'est fort remarquable, un invariant de degré impair 9 figure parmi les radicaux secondaires. Je crois aussi être sur la voie pour faire l'extension de cette méthode aux formes et systèmes de formes de *dimensions* supérieures à la seconde, c'est-à-dire de formes ternaires, quaternaires, etc.; mais il faut réserver pour quelque autre occasion ce que j'ai à dire sur ce sujet et sur la méthode dont je me suis servi pour former la fonction génératrice des formes binaires. Je dois ajouter que l'erreur que j'ai commise dans ma démonstration prétendue de l'existence d'un radical du degré 18, pour les formes octaviques binaires, paraît consister dans l'hypothèse, mal fondée, de l'impossibilité de l'existence d'une équation syzygétique, dans laquelle les x, y, z figurent seulement au premier degré. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Description des manœuvres nouvelles exécutées sur l'appareil d'épargne construit à l'écluse de l'Aubois.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« J'ai exécuté dernièrement, à l'écluse de l'Aubois, des manœuvres nouvelles sur l'appareil d'épargne de mon invention, qui a été l'objet d'un Rapport favorable à l'Académie des Sciences, le 18 janvier 1869. A

cause des limites de cette Note, je renvoie à ce Rapport pour la description du système.

» Pour vider l'écluse, on laisse la porte de flot du fossé de décharge libre de se fermer d'elle-même, quand le courant de vidange est devenu assez fort, de sorte qu'il se trouve transformé en une sorte de bassin d'épargne. On commence par faire marcher l'appareil qui relève une partie de l'eau au bief supérieur. Lorsque la quantité d'eau remontée à chaque période n'est plus importante, on laisse le tube d'aval levé; il se produit une grande oscillation de l'écluse vers ce bassin d'épargne où le niveau est déjà soulevé par une partie de l'eau qui n'est pas rentrée au bief d'amont. Quand cette grande oscillation est finie, on baisse le tube d'aval pour interrompre la communication avec l'écluse et l'on achève de vider celle-ci comme à l'ordinaire par les ventelles des portes d'aval (1).

» Pour remplir l'écluse, on commence par lever le tube d'aval, afin de la mettre en communication avec ce bassin d'épargne. Il se produit une grande oscillation de ce bassin dans l'écluse; le tube d'amont se lève de lui-même et sa marche est *entièrement automatique*, jusqu'à l'époque où l'appareil ne relève plus assez d'eau du fossé de décharge pour qu'il soit utile de le faire marcher. Ce tube reste levé et l'écluse achève de se remplir par le grand tuyau de conduite, pièce principale du système.

» Quant au tube d'aval, il se lève toujours de lui-même, *en temps utile, pour que l'air ne puisse jamais entrer dans le grand tuyau de conduite pendant le remplissage de l'écluse*. On a seulement à baisser le tube d'aval en temps utile, pendant ce remplissage, pour que l'eau entrée dans l'écluse n'en sorte pas inutilement. On est averti avec précision par une sonnette automatique des instants où ce tube doit être baissé. La même sonnette avertit des instants où il doit être baissé à la fin des grandes oscillations initiales et finales précitées. Trois périodes de l'appareil suffisent d'ailleurs, après la grande oscillation initiale du remplissage, pour que la manœuvre se fasse dans de bonnes conditions. Le travail de l'éclusier pendant le remplissage se réduit ainsi à très-peu de chose, et, si l'on veut diminuer encore la durée de

---

(1) La durée totale de la vidange de l'écluse *faite de cette manière* est de six minutes. Elle ne serait que de cinq minutes, si le fossé de décharge n'était pas ainsi transformé en bassin d'épargne. On pourrait même encore diminuer cette durée en ouvrant aussi en temps utile les ventelles des portes d'aval; mais la manœuvre précitée paraît avoir des avantages pratiques, même quant au rendement, les grandes oscillations ayant alors une véritable importance.

cette opération, qui est de cinq minutes et n'est pas sensiblement plus longue que par l'emploi des ventelles ordinaires d'amont, il suffit d'ouvrir celles-ci à partir du moment où l'appareil n'est plus employé que comme tuyau de conduite. Si d'ailleurs la section de ce tuyau était assez grande et que ces ventelles ne fussent pas ouvertes, les portes d'amont s'ouvriraient plus complétement d'elles-mêmes, en vertu de l'exhaussement résultant dans l'écluse du mouvement acquis dans le tuyau de conduite. Déjà la porte qui est du côté de l'appareil s'ouvre entièrement d'elle-même, en vertu de l'exhaussement dont il s'agit et de la diminution de pression résultant, derrière cette porte, du mouvement de l'eau qui entre du bief d'amont dans le petit bassin des tubes mobiles. L'ouverture spontanée de cette porte épargne un peu de temps. Il fallait environ une demi-minute pour l'ouvrir avec un cric; or l'éclusier a le temps de traverser la *passerelle* pour être prêt à achever d'ouvrir la porte qui est de l'autre côté de l'écluse.

» Quand on vide l'écluse, soit en se servant, comme je l'ai dit, du fossé de décharge transformé en bassin d'épargne, soit en laissant tout simplement tomber au bief d'aval la partie de l'eau qui n'est pas relevée au bief d'amont, j'ai rendu automatique la plus grande partie des périodes de l'appareil de vidange ; il n'y en a plus d'ailleurs que six ou sept. Pour cela, ainsi que pour rendre *entièrement automatique* le tube d'amont pendant les trois périodes précitées du remplissage de l'écluse, le contre-poids de chaque balancier a été divisé en plusieurs parties convenablement *étagées* sur la partie inférieure de la corde ou chaîne de ce balancier. L'extrémité de celui-ci porte toujours d'ailleurs le contre-poids nécessaire pour que le tube mobile auquel il est attaché reste levé en temps utile, jusqu'à ce qu'il soit sollicité par une force de succion qui le fait redescendre de lui-même. Les contre-poids *étagés* dont il s'agit sont disposés de manière que les plus légers sont les plus élevés. Les poids doivent être d'autant plus forts que, le tube étant abaissé, ils sont plus près du sol. Cette disposition a des propriétés intéressantes.

» Les forces de succion de l'eau en mouvement, qu'il s'agit d'employer en temps convenable pour faire redescendre les tubes mobiles, sont d'autant plus grandes, toutes choses égales d'ailleurs, que les tubes sont plus près de leurs siéges. Il est donc intéressant, quand les contre-poids reposent sur le sol, que les premiers qui sont soulevés soient les plus faibles et que ceux qui les suivent soient de plus en plus forts selon certaines lois. Enfin,

les derniers qui sont soulevés étant assez forts, le travail résistant qui en résulte, à la fin de la descente du tube, suffit pour diminuer les vitesses de tout le système solide en mouvement; de sorte que le tube finit par tomber doucement sur son siége, où son bruit se confond même avec celui de l'eau. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que la hauteur du centre de gravité de la somme des contre-poids étagés sur la partie inférieure de la corde est calculée de manière que, pour une même quantité de travail résistant de l'ensemble de ces contre-poids, l'éclusier soit au besoin plus aidé par eux, au commencement de la levée, que s'ils y étaient remplacés par un contre-poids unique.

Ces contre-poids *étagés* pourront d'ailleurs être remplacés par un flotteur, alternativement plongé dans un petit réservoir ou puits, et qui, ayant des sections convenablement calculées, ferait, en sortant graduellement de l'eau, un effet analogue.

» Aux considérations précédentes il est intéressant de joindre, pour diminuer les efforts de l'éclusier, des observations relatives aux effets de l'inertie de la colonne liquide contenue dans le grand tuyau de conduite.

» Quand on vide l'écluse, en levant alternativement, pour les premières périodes, le tube d'aval, il n'est pas nécessaire, comme on le croit au premier aperçu, de tirer l'extrémité du balancier le long de tout le chemin à parcourir. Lorsque ce tube est un peu soulevé, la colonne d'eau verticale qu'il contient a le temps de s'écraser au bief d'aval, parce que la longue colonne liquide précitée résiste par son inertie à la pression de l'eau de l'écluse. Le liquide ne pressant plus de haut en bas l'anneau inférieur de ce tube, comme à l'époque où celui-ci était plein, lui permet de se relever en vertu de son contre-poids. On conçoit d'après cela qu'une sorte d'apprentissage est nécessaire pour que l'éclusier fasse le moins d'efforts possible. De même pour le tube d'amont, pendant le remplissage, si l'on ne veut pas se servir d'un bassin d'épargne qui permet de rendre ce tube entièrement automatique, il est intéressant, pour les premières périodes, de diminuer les efforts de l'éclusier. Il faut aussi pour cela une sorte d'apprentissage, résultant de ce qu'il suffit de lever un peu le tube d'amont pour qu'il se remplisse brusquement, à cause de la manière dont résiste l'inertie de la colonne liquide du tuyau de conduite. Or, pour ce tube dont l'anneau est extérieur, l'eau qui y entre ainsi diminue par sa pression de bas en haut l'effort de la levée si l'on saisit bien l'instant convenable.

» Quand l'écluse est remplie, le tube d'amont restant levé, il est intéres-

sant de le faire baisser de lui-même. Or, pour vider l'écluse, il faut avant tout lever le tube d'aval. Il se produit alors un effet bien pratique. Les deux tubes mobiles laissent tomber leur eau, à cause de l'inertie de celle du grand tuyau de conduite. L'eau descendue du tube d'amont ne pressant plus de bas en haut l'anneau inférieur de ce dernier, et l'eau du bief d'amont continuant à le presser de haut en bas, il redescend de lui-même sur son siége, sans qu'on puisse s'apercevoir même si une petite lame liquide, qui peut venir du bief d'amont, contribue, par une succion résultant de son mouvement, à la descente de ce tube.

» Il n'est pas nécessaire, comme on l'avait cru d'abord, de lever les tubes à une hauteur plus grande que le quart de leur diamètre. Cela permet de donner plus de précision à leurs mouvements, en profitant d'ailleurs de forces de succion plus grandes pour les ramener sur leurs siéges. Cela diminue aussi le travail de l'éclusier. En définitive, un homme seul a exécuté en présence de plusieurs ingénieurs toutes les manœuvres avec précision et sans fatigue [1]. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de décerner le *prix Savigny*, de 1877.

MM. de Quatrefages, Milne Edwards, P. Gervais, Blanchard et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Ch. Robin et Cl. Bernard.

---

[1] Je suis parvenu, même abstraction faite de tout bassin d'épargne, à rendre *entièrement automatiques toutes les manœuvres de remplissage et de vidange de l'écluse;* mais ce sera seulement à l'époque du chômage du canal qu'on posera les pièces nécessaires pour que cela puisse se faire dans de bonnes conditions de rendement. Je n'entrerai donc pas aujourd'hui dans ces détails, mais je ferai remarquer que, si l'on emploie l'espèce de bassin d'épargne précité, la marche du tube d'amont pendant le remplissage est *entièrement automatique* et que les vitesses de la grande oscillation initiale, partant de zéro, augmentent graduellement *d'une manière très-convenable pour soulever tranquillement les grands bateaux chargés.*

La sonnette automatique, avertissant de la fin de l'une ou de l'autre des grandes oscillations et des périodes de remplissage, fonctionne près du tube d'aval, qu'il s'agit de baisser en temps utile, au moyen d'une tige chargée inférieurement d'une palette et d'un poids qui la ramène dans la position verticale, même un peu avant que le mouvement de l'eau ai cessé d'agir dans le sens où il doit être utilisé, de sorte qu'il n'y a pas de temps perdu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de juger le Concours des *prix Montyon* (*Médecine et Chirurgie*), de 1877.

MM. Cl. Bernard, Gosselin, Vulpian, Bouillaud, J. Cloquet, Sédillot, Bouley, Larrey et Robin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Milne Edwards et de Quatrefages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de trois membres qui doivent être adjoints à la Section de Médecine et Chirurgie pour juger le Concours du *prix de Physiologie de la fondation Lacaze*, pour 1877.

MM. Milne Edwards, Ch. Robin et de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Bouley et Pasteur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de juger le Concours du *prix Godard*, de 1877.

MM. Gosselin, Vulpian, Cl. Bernard, J. Cloquet et Bouillaud réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Sédillot et Ch. Robin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix de *Physiologie expérimentale, de la fondation Montyon*, pour 1877.

MM. Cl. Bernard, Vulpian, Robin, Milne Edwards et Gosselin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Quatrefages et Bouillaud.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de juger le Concours du *prix des Arts insalubres, de la fondation Montyon*, pour 1877.

MM. Chevreul, Dumas, Fremy, Boussingault et Peligot réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. le général Morin et Bouley.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Expériences faites pour apprécier la diffusion des vapeurs du sulfure de carbone introduit dans le sol comme insecticide.* Note de M. GASTINE. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Au mois de février dernier, des expériences ont été commencées au Roucas-Blanc, propriété de M. Talabot, à Marseille, pour déterminer la zone de diffusion des vapeurs du sulfure de carbone (injecté à l'état liquide et à petite dose), et pour fixer la durée de leur présence dans le sol.

» La diffusion du sulfure de carbone est influencée non-seulement par la nature du sol et par son état, mais encore sans doute par les conditions climatériques, de sorte qu'il est utile de continuer ces essais pendant toute une année, en opérant sur les mêmes terrains.

» Le procédé de recherche auquel nous nous sommes arrêtés consiste à recueillir l'air du sol à des distances variables des trous d'injection et à le faire passer dans une solution alcoolique de potasse. Le sulfure de carbone en dissolution dans l'air se transforme ainsi en xanthate de potassium

$$CS^2 + (C^2H^5)KO = C^2H^5KCO, S^2,$$

et il est facile de mettre l'acide xanthique en évidence en le précipitant à l'état de xanthate de cuivre.

» L'appareil se compose d'un aspirateur jaugé mis en communication avec un tube en boules de Liebig, de dimensions très-réduites, contenant la dissolution de potasse caustique dans l'alcool anhydre. Le tube Liebig est précédé d'un barboteur d'acide sulfurique qui dessèche l'air, et ce dernier est puisé au sein du sol à l'aide d'un tube métallique qu'on y enfonce à 30 ou 40 centimètres de profondeur. Ce tube d'aspiration est conique à l'extrémité inférieure et percé de nombreux petits trous au-dessus de la partie conique; deux branches horizontales, situées à la partie supérieure, permettent de le faire pénétrer dans le sol à la profondeur voulue.

» Quand l'appareil, monté sur un trépied en fer, est ainsi disposé et que le terrain, autour de la partie supérieure du tube d'aspiration, a été bien

comprimé pour éviter la rentrée de l'air, il suffit d'ouvrir le robinet de l'aspirateur pour que l'eau qu'il contient s'écoule et soit remplacée par un égal volume d'air pris au sein du sol.

» Les expériences ont porté sur deux sols différents : 1° un terrain perméable un peu sableux, cultivé comme potager; 2° un sol très-argileux et très-compacte où la diffusion des vapeurs sulfocarboniques semblait *a priori* ne devoir s'effectuer que très-difficilement.

» Le 28 février, plusieurs séries de trous d'injection étaient faites dans chacun de ces sols, et chaque trou, distant d'au moins 2 mètres en tous sens du trou le plus voisin, recevait 20 grammes de sulfure de carbone.

» Les constatations, commencées vingt-quatre heures après le 1er mars, indiquaient la présence de vapeurs sulfocarboniques à plus de 50 centimètres du trou d'injection dans le terrain perméable. Le 2, on pouvait reconnaître le sulfure de carbone à plus de 75 centimètres et le 3 à près de 1 mètre (95 centimètres). Le 4, il ne fut pas possible de le trouver à une distance aussi écartée; le 5, il était encore présent à 50 centimètres; le 6, il n'y avait que des traces de sulfure de carbone à 25 centimètres.

» Dans le terrain perméable, la diffusion des vapeurs de sulfure a donc atteint un rayon maximum de 1 mètre environ autour du trou d'injection. Les vapeurs ont persisté à une distance de 30 centimètres du 1er au 5 mars, c'est-à-dire pendant environ cent heures. Enfin, plus près du trou d'injection, le sulfure de carbone a pu être reconnu durant cent cinquante heures.

» Dans le terrain argileux, le sulfure de carbone a été constaté :

Le 1er mars à		m 0,30
Le 2	»	0,30
Le 3	»	0,70
Le 4	»	1,00
Le 5	»	0,60
Le 6	»	0,40
Le 7	»	0,25

» La diffusion du sulfure de carbone a été aussi étendue que dans le sol perméable et la persistance des vapeurs s'est prolongée environ vingt-quatre heures de plus.

» Les deux sols étaient, au moment des expériences, moyennement humides.

» Au mois d'avril, du 11 au 17, les mêmes essais ont été faits dans les

mêmes conditions et ont fourni des résultats sensiblement identiques : les vapeurs de sulfure de carbone ont été observées pendant cinq jours et demi dans le terrain perméable et pendant plus de six jours dans le sol argileux. »

M. de la Bastide, M. Mirand, M. Monnier, M. Plumeau, M. Trueman-Belt adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

MM. F. Jolyet et P. Regnard adressent, par l'entremise de M. Cl. Bernard, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire sur la respiration des animaux aquatiques.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

M. Colin prie l'Académie de vouloir bien comprendre l'ensemble de ses publications physiologiques parmi les travaux envoyés au Concours Lacaze pour 1877.

M. Roblet adresse un Mémoire pour le même Concours.

(Renvoi à la Commission.)

M. Ch. Bagnis adresse pour le Concours du prix Desmazières un Mémoire, écrit en langue italienne, intitulé « le Puccinie ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *Angelo Genocchi*, intitulée : « Cenni di ricerche intorno ai numeri primi » ;

2° Une Brochure portant pour titre : « Sopra la pubblicazione fatta da B. Boncompagni di undici Lettere di Luigi Lagrange a Leonardo Eulero ; Osservazioni di *Angelo Genocchi* » ;

3° Un Ouvrage intitulé : « L'éclairage électrique », par M. *Fontaine*. L'au-

teur fait connaître les diverses machines employées, il décrit spécialement celle de M. Gramme et montre ses avantages, il compare les prix de la même quantité de lumière produite par les divers procédés et conclut à l'économie très-grande de cet éclairage.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques historiques sur la théorie du mouvement d'un ou de plusieurs corps, de formes constantes ou variables, dans un fluide incompressible; sur les forces apparentes qui en résultent, et sur les expériences qui s'y rattachent.* Note de M. **G.-A. Bjerknes**, présentée par M. Hermite.

« Dans l'année 1852, Dirichlet parvenait à résoudre, le premier, un problème concernant le mouvement d'un corps solide dans un fluide indéfini et incompressible. Auparavant on avait cru à tort que de tels problèmes n'étaient pas accessibles à l'Analyse. Dirichlet se bornait à publier ses recherches sur le mouvement d'une *sphère;* il avait réussi cependant à traiter aussi le problème plus difficile se rapportant à l'*ellipsoïde*, sans faire connaître les résultats auxquels il était ainsi arrivé.

» Deux ans plus tard, Clebsch obtint la solution de ce dernier problème; mais son beau Mémoire ne fut pas imprimé immédiatement : il parut dans le *Journal de Crelle* dans le courant de l'année 1856. Clebsch ne considéra pas seulement le mouvement de translation de l'ellipsoïde, il traita encore son mouvement de rotation.

» Dans la même année 1856, M. Schering avait trouvé de son côté la solution du même problème, ou plutôt d'un problème voisin se rapportant à un ellipsoïde en repos au milieu d'un fluide agité par des forces qui ne dépendent que du temps. La solution donnée déjà par Clebsch n'était pas alors publiée. Ayant pris connaissance du beau théorème de Schering, qu'il avait eu la bonté de me communiquer, et l'ayant vérifié, je lui ai montré qu'il était de nature à être généralisé très-facilement, en supposant un espace de n dimensions, n étant un nombre entier plus grand que 1.

» Tous ces résultats et recherches, dont je m'occuperai d'ailleurs encore une fois dans ce qui va suivre, ne furent publiés que plusieurs années plus tard.

» Cependant, au moyen d'une généralisation facile de l'expression du potentiel de vitesse concernant la sphère, la théorie du mouvement d'un

corps dans un fluide incompressible fut complétée d'une autre manière. C'était par quelques nouvelles recherches de M. Hoppe, entreprises dans l'année 1854, et insérées dans le *Journal de Poggendorff*. Il fut amené par cette généralisation à considérer certains corps de révolution se mouvant toujours suivant la direction de l'axe. Plus tard il a fait observer aussi que si le même corps de révolution, déterminé par une seule formule analytique, se compose de parties séparées se mouvant comme si elles étaient invariablement liées, il se développe une force apparente tendant à les éloigner.

» Ayant promptement remarqué quelques propriétés curieuses de l'expression de la pression dans le problème de Dirichlet, propriétés dont l'importance paraît lui avoir échappé, j'ai essayé de la généraliser dans un tout autre sens, en admettant que *la sphère qui se meut doit varier par rapport au volume*. J'ai traité ce nouveau problème en 1863, dans un Mémoire inséré dans les écrits de la Société des Sciences de Christiania.

» M'appuyant sur les méthodes employées dans le célèbre problème de Poisson sur la distribution de l'électricité sur les deux sphères, j'ai réussi à résoudre ensuite le problème hydrodynamique du *mouvement simultané de deux sphères invariables qui se meuvent suivant la direction de la droite centrale:* le potentiel de vitesse s'exprimait par une *série convergente même jusqu'au contact des sphères*. J'ai composé sur ce sujet, et sur un autre encore plus général, dont je parlerai dans la suite, un Mémoire préliminaire, mais assez étendu, à l'occasion de la réunion des physiciens et naturalistes scandinaves à Christiania pendant l'été de 1868. Le Mémoire, lu dans la séance du 8 juillet (voyez *Forhandlinger ved de skandinavishe Naturforskerer*, 10de Möde, Christiania, 1868) et écrit d'ailleurs, comme le précédent, en norvégien, ne donne pas cependant directement l'expression du potentiel; il ne donne pas non plus les démonstrations. Je me borne à dire que j'ai *résolu* le problème d'une *manière exacte;* enfin je développe quelques conséquences. Entre autres, j'expose *les équations du mouvement des deux sphères, dans ces mêmes conditions, en admettant*, pour plus de simplicité, *qu'on puisse négliger les puissances réciproques de la distance centrale supérieure à la septième*. Il est très-aisé de se convaincre, au moyen de ces équations, que le mouvement *uniforme* d'une sphère fait naître une force apparente, répulsive, agissant vers le centre de l'autre; ce qui est conforme au résultat de Hoppe.

» Le même problème a été résolu bientôt aussi par sir Wiliam

Thomson. Dans une lettre à M. Guthrie, publiée par ce dernier dans le *Philosophical Magazine* et écrite le 24 novembre 1870, le célèbre physicien anglais fait la remarque qu'une petite sphère, oscillant dans la droite centrale qui joint son centre à celui d'une sphère libre incomparablement plus grande, doit attirer ou repousser cette dernière. Elle l'attire, si la grande sphère est spécifiquement plus lourde que le fluide; autrement, il doit exister un *point critique* où l'attraction se convertit en une répulsion. Le centre de la sphère libre étant placé en dehors de ce point, on aura une force répulsive.

» Ce résultat de Thomson, donné sans démonstration, peut être tiré des formules exactes qui étaient déjà alors depuis quelque temps dans ma possession. En essayant de le modifier, j'ai obtenu une expression tout à fait analogue pour déterminer la position du point critique. Cependant il y a aussi une légère différence. Au lieu de la racine cinquième, j'ai trouvé la quatrième, le tout étant, du reste, identique.

» Tandis que ce théorème intéressant que je viens de mentionner suppose la connaissance à peu près complète du potentiel de vitesse, ce n'est pas encore le cas avec quelques résultats antérieurs, aussi très-remarquables, qu'ont donné Thomson et Tait dans une petite Note de leur *Mécanique*, ouvrage dont la préface est datée de 1867. Ces résultats se rapportent de même au mouvement d'un corps ou de deux corps sphériques dans un fluide incompressible, le fluide étant limité par un plan ou bien s'étendant à l'infini. Mais ce sont seulement des propriétés d'une très-grande généralité, provenant de la symétrie ou de la non-symétrie dans une certaine direction, qu'ils s'occupent de développer ici, et il n'est pas du tout nécessaire pour cela de connaître d'abord en détail l'expression analytique du potentiel de vitesse.

» Ce qui est d'une haute importance, c'est maintenant l'application du principe d'Hamilton qu'ils ont eu le mérite d'avoir introduit, les premiers, dans les recherches hydrodynamiques. Par là, on obtiendra de très-grands avantages, surtout quand il s'agit, après avoir trouvé le potentiel, de passer aux équations du *mouvement* des corps contenus dans le fluide.

» Ils ont ici démontré très-aisément qu'une sphère se mouvant dans le fluide parallèlement à une paroi qui le termine doit être attirée par ce dernier; elle sera repoussée, si elle se meut perpendiculairement, dans l'un ou dans l'autre sens. Deux sphères enfin qui se meuvent parallèlement et dans une direction perpendiculaire à la ligne centrale doivent aussi s'attirer.

Naturellement, le caractère de ces forces apparentes ne sera, par là, donné que dans quelques traits généraux; pour le mieux connaître, il faudrait déterminer d'abord la fonction fondamentale, le potentiel de vitesse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule de quadrature de Gauss.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Hermite.

« On sait comment la formule de Taylor se déduit du résultat de Cauchy, appelé à bon droit fondamental, à savoir l'expression d'une fonction par un résidu

$$2i\pi f(x) = \int_{(X)} \frac{f(z)\,dz}{z-x},$$

et du développement de $\frac{1}{z-x}$ en une somme de termes complétée par un reste dont l'expression analytique est simple.

» *Toute fonction sera développable en série convergente, ordonnée suivant les puissances entières et croissantes de la variable, si le module de cette variable est inférieur au plus petit module des valeurs qui rendent la fonction discontinue.*

» Les considérations introduites dans la science par notre grand géomètre peuvent être appliquées à la célèbre formule d'intégration donnée par Gauss. A la vérité, cette méthode a été complétée en divers points; mais il ne paraît pas qu'on lui ait donné jusqu'ici une précision qui rappelle celle de l'énoncé précédent.

» *Toute fonction sera intégrable par la formule de Gauss, entre les limites zéro et α, si le module de cette variable est inférieur au plus petit module des valeurs qui rendent la fonction discontinue.*

» Je dois dire que les remarques qui font l'objet de cette Note résultent, par une déduction facile, de diverses indications données par M. Hermite dans son cours à la Sorbonne, et l'éminent géomètre a bien voulu ajouter quelques observations qui m'ont été utiles.

» L'intégrale définie

$$1.2.3\ldots n \int_0^1 \frac{X^n\,dx}{(z-x)^{n+1}},$$

dans laquelle X désigne le produit $x(x-1)$ et z est, bien entendu, en dehors des limites de l'intégration, se ramène, en employant la formule d'in-

tégration par parties

$$\int UV^{(n)}dx = \Theta + (-1)^n \int VU^{(n)}dx,$$

et observant que Θ est nul aux deux limites, à la suivante (au signe près) :

$$\int_0^1 \frac{D_x^n X^n dx}{z-x},$$

qu'on peut écrire, en posant $Z = z(z-1)$,

$$\int_0^1 \frac{D_x^n X^n - D_z^n Z^n}{z-x}\,dx + D_z^n Z^n \int_0^1 \frac{dx}{z-x}.$$

» Cette transformation donne, comme il est aisé de le voir, la réduite d'ordre n de la transcendante

$$\int_0^1 \frac{dx}{z-x}.$$

» En posant

$$D_z^n Z^n = \Pi(z), \quad \int_0^1 \frac{D_z^n Z^n - D_x^n X^n}{z-x}\,dx = \Phi(z),$$

on a

$$\int_0^1 \frac{dx}{z-x} = \frac{\Phi(z)}{\Pi(z)} + (-1)^n \frac{1.2.3\ldots n}{\Pi(z)} \int_0^1 \frac{X^n dx}{(z-x)^{n+1}};$$

je mets à la place de z, $\frac{z}{\alpha}$, en supposant essentiellement le module de $\frac{\alpha}{z} < 1$; l'intégrale du premier membre devient

$$\int_0^1 \frac{\alpha\,dx}{z-\alpha x} = \int_0^\alpha \frac{dx}{z-x},$$

ce qui donne

$$\int_0^\alpha \frac{dx}{z-x} = \frac{\Phi\left(\frac{z}{\alpha}\right)}{\Pi\left(\frac{z}{\alpha}\right)} + (-1)^n \frac{1.2.3\ldots n}{\Pi\left(\frac{z}{\alpha}\right)} \int_0^1 \frac{X^n dx}{\left(\frac{z}{\alpha}-x\right)^{n+1}}.$$

» Je multiplie actuellement les deux membres par $f(z)dz$ et j'intègre le long d'un cercle ayant l'origine pour centre et dans lequel $f(z)$ reste synectique.

» Le premier membre donne, par l'intégration sous le signe $\int$,

$$2i\pi \int_0^\alpha f(x)dx;$$

le second donne la première partie

$$2i\pi\alpha[Af(a\alpha)+Bf(b\alpha)+\ldots+Lf(l\alpha)],$$

$a, b, \ldots, l$ étant les racines de l'équation $\Pi(x)=0$, A, B, ..., les résidus de $\frac{\Phi(x)}{\Pi(x)}$; mais il faut ajouter un terme complémentaire

$$(-1)^n \int \frac{1.2.3\ldots n}{\Pi\left(\frac{z}{\alpha}\right)} f(z)dz \int_0^1 \frac{X^n dx}{\left(\frac{z}{\alpha}-x\right)^{n+1}}.$$

» On voit que les quantités $a, b, \ldots, l$, A, B, ..., L sont indépendantes de la fonction f.

» Si a est le module de z, c'est-à-dire le rayon du cercle suivant lequel se fait l'intégration, le module de la seconde intégrale sera inférieur à l'intégrale

$$\int_0^1 \frac{X^n dx}{\left(\frac{a}{\alpha}-x\right)^{n+1}},$$

qui dépend seulement du rapport $\frac{a}{\alpha}$: il faut entendre qu'on ait remplacé aussi la variable α par son module dans ce rapport.

» D'ailleurs, une remarque simple montre que le module de $\Pi(x)$ est toujours supérieur à

$$1.2.3\ldots n,$$

quand x n'a pas un module inférieur à 1 ; il résulte de là qu'on est amené à prendre pour limite supérieure du module du terme complémentaire

$$2\pi a M \int_0^1 \frac{X^n dx}{\left(\frac{a}{\alpha}-x\right)^{n+1}},$$

M étant le maximum du module de $f(z)$ le long du cercle de rayon a. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les anilines substituées.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« Les nombreux cas d'isomérie et de substitution qui existent dans la série aromatique fournissent un champ des plus vastes aux études thermiques, c'est-à-dire à la comparaison des travaux moléculaires effectués

soit dans la formation des composés isomères et substitués, soit dans leurs combinaisons parallèles. J'ai choisi quelques exemples bien définis, tels que les anilines nitrées et chlorées et les trois anilines chlorées répondant aux trois séries isomériques, fondamentales, que l'on s'accorde à distinguer parmi les dérivés de la benzine.

» I. *Aniline chlorée* (*ortho*) :

	HCl dissous ($1^{éq} = 2^{lit}$) + $C^{12}H^6ClAz$ dissoute (3,277 et 4,224 = 1^{lit}) dégage (à $\frac{1}{20}$ près)	+6,27
	Base non dissoute	+5,71
d'où	Dissolution de la base	−0,560
	Dissolution dans l'eau du chlorhydrate $C^{12}H^6ClAz, HCl$	−4,384
	Décomposition de ce sel ($1^{éq} = 8^{lit}$) par NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$).	

» J'ai ajouté la soude par tiers successifs : le premier tiers laisse la portion correspondante de base déplacée entièrement dissoute; le troisième tiers précipite, au contraire, presque en totalité la fraction correspondante, en dégageant + 2,742; d'où résulte, pour la formation du chlorhydrate d'orthochloraniline, base non dissoute, acide et sel dissous,

$$13,69 - 3(2,742) = +5,464;$$

ce qui concorde avec + 5,71, obtenu directement.

Décomposition du chlorhydrate de la base par une solution d'aniline (sel... $1^{éq} = 8^{lit}$)	
» (aniline $1^{éq} = 4^{lit}$)	
Chaleur dégagée	$+2^{Cal},164$

au lieu de 7,44 − 5,46 = 1,98, qui se déduirait des données précédentes. Il y a donc déplacement total, ou sensiblement.

Dilution du chlorhydrate d'orthotoluidine ($1^{éq} = 4^{lit}$) + son volume d'eau...	−0,21
» + 1 nouveau vol. d'eau.	−0,21
» + 1 nouveau vol. d'eau.	−0,31

chiffres qui accusent une décomposition sensible et croissante.

» II. *Aniline chlorée* (*méta*) :

	Chaleur de combinaison avec HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + base dissoute ($4^{gr},643$ et 5,286 = 1^{lit}) dégage	Cal +6,606
	Base non dissoute	+5,778
d'où	Dissolution de cette base dans l'eau	−0,83
	Dissolution dans l'eau du chlorhydrate solide	−3,927
	Décomposition de ce sel ($1^{éq} = 8^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$); fractionnée comme pour l'orthochloraniline, le dernier tiers	+2,631

d'où résulte, pour la formation du chlorhydrate de métachloraniline, base non dissoute, acide et sel dissous,

$$13,69 - 3(2,631) = +5,797,$$

au lieu de + 5,78, obtenu directement.

» La décomposition faite en une fois dégage + 7,592; ce qui donne, pour la formation du sel dissous, + 6,09 au lieu de + 5,797; il y a concordance à $\frac{1}{20}$ près.

Décomposition d'une solution de chlorhydrate de métachloraniline par l'aniline + 1,292

au lieu de + 1,6, calculé dans l'hypothèse d'un déplacement total; ce qui semble indiquer quelque partage.

Dilution du chlorhydrate de métachloraniline ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 1 vol. d'eau, — 0^{Cal},016; + 1 nouveau vol. d'eau, — 0,16; + 1 vol., — 0,32.

» III. *Aniline chlorée (para)*:

	HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + base dissoute (3^{gr},575; 3,4915 et 3,294 = 1^{lit}).	
	Chaleur dégagée	$+7^{C}$,198 (à $\frac{1}{15}$ près).
	Base non dissoute	+2 ,085
d'où	Dissolution de cette base dans l'eau	—5 ,113
	Dissolution dans l'eau du chlorhydrate de cette base	—3 ,493
	Décomposition de ce sel ($1^{éq} = 8^{lit}$) par NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$).	

» La décomposition fractionnée n'a pas donné de résultat net, la réaction n'étant pas instantanée.

» En une fois, il se dégage + 10^{Cal},769; corrigé de la partie dissoute + 10,84; ce qui donne, pour la chaleur dégagée dans la formation du sel avec la base non dissoute, 13,69 − 10,844 = 2^{Cal},846.

» La décomposition du même sel par une solution d'aniline dégage + 3^{Cal},327, nombre inférieur d'un quart environ à celui que l'on déduirait du chiffre trouvé à l'aide de la soude; ce qui paraît indiquer que l'aniline ne déplace pas totalement la parachloraniline de son chlorhydrate. Cela pouvait être prévu, vu que les chaleurs dégagées par les deux bases dissoutes avec HCl sont très-rapprochées. Une détermination approximative de la quantité de base *para*, déplacée par l'aniline, a confirmé ces prévisions.

Dilution de la solution du chlorhydrate de parachloraniline ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 1 vol. d'eau, — 0^{Cal},008; + 1 nouveau vol. d'eau, — 0,164; + 1 vol. d'eau, — 0,18.

» IV. *Paranitro-aniline (de la dinitrobenzine)*. — Les expériences que j'ai

pu faire sur cette substance sont malheureusement très-incomplètes. Son chlorhydrate ne se dissolvant pas dans l'eau sans décomposition, j'ai dû me contenter des expériences suivantes :

HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + base dissoute (2,8203 = 1^{lit}) dégage...... $+1^{C},811$ (à $\frac{1}{16}$ près)
Base non dissoute.. $-1,93$

La combinaison a lieu, mais avec absorption de chaleur dans le dernier cas; ce qui s'explique, parce que la dissolution de la base dans l'eau absorbe plus de chaleur que la combinaison avec l'acide n'en dégage.

» En comparant ces deux nombres, nous trouvons que la paranitro-aniline absorbe, en se dissolvant, $-3,737$ approximativement.

» Pour rendre plus claires les conclusions auxquelles je suis arrivé, j'ai réuni en une table les résultats de mes expériences.

Chaleur dégagée dans la combinaison avec HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$).

	Base dissoute.		Base non dissoute.	
	Sel dissous.	Sel solide.	Sel dissous.	Sel solide.
Aniline ($1^{éq} = 4^{lit}$)..........	+7,44	+10,17	+7,34	+10,07
Orthochloraniline...........	+6,274	+10,66	+5,71	+10,10
Métachloraniline...........	+6,606	+10,53	+5,78	+ 9,70
Parachloraniline...........	+7,198	+10,69	+2,08	+ 5,57
Paranitro-aniline..........	+1,811	»	−1,93	»
Paratoluidine..............	+8,24	+11,77	+4,33	+ 7,86

» Je crois pouvoir tirer de ces expériences les conclusions suivantes :

» 1° La chaleur dégagée dans la combinaison des bases du groupe aniline que j'ai étudié est diminuée d'une manière notable quand 1 atome de H est remplacé par 1 atome ou groupe électronégatif; la diminution est surtout considérable pour le dérivé nitré.

» 2° Dans la même substitution, il y a diminution de la résistance du sel formé avec HCl à l'action d'un excès d'eau.

» 3° La toluidine (para) dissoute dégage un peu plus de chaleur dans sa combinaison avec les acides que l'aniline; ses sels sont plus stables sous l'influence d'un excès d'eau. A l'état anhydre, les résultats ne sont pas comparables, l'aniline étant liquide et la paratoluidine solide. Plusieurs des anilines dérivées donnent lieu à la même difficulté.

» 4° Les différentes bases isomères de la monochloraniline ne dégagent pas les mêmes quantités de chaleur en se combinant aux acides; tout étant dissous, c'est la base para qui en dégage le plus; toutefois les différences tendent à s'effacer si l'on rapporte les réactions aux sels séparés de l'eau (deuxième colonne). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse de l'acide pyrotartrique ordinaire.* Note de MM. E. Reboul et E. Bourgoin, présentée par M. Berthelot.

« I. L'acide pyrotartrique, retiré de l'acide tartrique, présente une grande stabilité vis-à-vis du courant. Une solution concentrée, presque saturée à froid, ne donne qu'un très-faible dégagement de gaz, même en rapprochant les électrodes à une petite distance et en se servant de compartiments en verre qui communiquent largement entre eux.

» Au pôle négatif, on obtient de l'hydrogène, et au pôle positif de l'oxygène ne contenant que quelques centièmes d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. L'acide se concentre régulièrement dans le compartiment positif, et, du jour au lendemain, il se dépose sur la lame de platine correspondante de petits cristaux d'acide pyrotartrique. Ce corps se comporte donc ici à la manière d'un acide minéral, l'acide sulfurique par exemple, à cela près qu'une très-petite quantité est détruite par l'oxygène avec formation d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, l'action fondamentale du courant restant prédominante

$$C^5H^8O^4 = \underbrace{[C^5H^6O^3 + O]}_{\text{Pôle P.}} + \underbrace{H^2}_{\text{Pôle N.}};$$

au pôle positif,

$$[C^5H^6O^3 + O] + H^2O = C^5H^8O^4 + O\ (^1).$$

» II. Une solution neutre et concentrée de pyrotartrate de potassium s'électrolyse assez facilement. Le compartiment positif ne tarde pas à se remplir de cristaux durs, grenus, à réaction acide. Ces cristaux, qu'il suffit d'égoutter et de sécher pour les obtenir à l'état de pureté parfaite, ne sont pas constitués par de l'acide pyrotartrique, mais bien par du pyrotartrate acide de potassium, comme le prouvent les déterminations suivantes :

1° 0,303 ont donné : sulfate de potasse.............. 0,155
Théorie pour $C^5H^7KO^4$.................... 0,155
2° 1,002 (SH^2O^4) étant saturé par 854 div. d'eau de baryte,
0,143 de matière ont exigé.. 35 div. »

» D'où l'on déduit pour l'équivalent

$$\frac{854 \times 49 \times 0,143}{1,002 \times 35} = 170.$$

» La théorie indique précisément 170.

H = 1; C = 12; O = 16.

» Lorsque l'on prolonge l'action du courant, les cristaux disparaissent et le compartiment positif renferme de l'acide pyrotartrique libre.

» III. Nous avons soumis à l'action de quatre éléments de Bunsen, grand modèle, une solution alcaline et concentrée de pyrotartrate de potassium, faite dans les proportions suivantes :

$$4C^5H^6K^2O^4 + KHO.$$

» Le dégagement est très-faible au début dans le compartiment positif, où l'on recueille un mélange gazeux dont voici l'analyse :

Gaz	165	$CO^2 = 39$
Après l'action de la potasse	126	$O = 66,5$
» du pyrogallate	59,5	$CO = 59$
» du chlorure de cuivre acide.	0,5	

» Il n'y avait point de gaz absorbable par le brome.

» D'où l'on déduit :

Acide carbonique	23,7
Oxyde de carbone	35,8
Oxygène	40,5

» Après deux jours d'action, l'électrode positive s'est recouverte de cristaux de bipyrotartrate de potassium.

» Tous ces résultats sont faciles à interpréter, d'après la théorie générale de l'électrolyse des acides organiques, établie autrefois par l'un de nous. En effet, dans une solution alcaline, la réaction fondamentale du courant, nous voulons dire la séparation du sel organique en deux parties, a toujours lieu, comme dans les cas précédents; seulement, au pôle positif, on observe simultanément deux phénomènes distincts :

» 1° Fixation de l'eau sur les éléments de l'acide anhydre et régénération de l'acide pyrotartrique;

» 2° Combustion par l'oxygène d'une petite quantité d'acide, d'après l'équation suivante :

$$[C^5H^6O^3 + O] + O^6 = 2CO^2 + 3CO + 3H^2O.$$

» IV. Nous avons recommencé l'expérience avec des solutions concentrées, de plus en plus alcalines, en vue d'obtenir le propylène, qui devrait prendre naissance par une oxydation régulière,

$$[C^5H^6O^3 + O] = 2CO^2 + C^3H^6.$$

» Il ne s'est dégagé au pôle positif qu'un mélange d'oxygène, d'acide

carbonique et d'oxyde de carbone. Voici l'analyse du gaz obtenu en opérant sur une solution faite avec 2 molécules de sel et 1 molécule de potasse caustique :

Gaz	155	$CO^2 = 41$
Après l'action de la potasse	114	$O = 90$
» » du pyrogallate	24	
» » du chlorure acide	1,5	$CO = 22,5$

Acide carbonique	26,7
Oxyde de carbone	14,7
Oxygène	58,6

» Après trois jours, l'électrode positive s'est recouverte de cristaux de bipyrotartrate de potassium.

» En résumé, l'acide pyrotartrique ordinaire est un acide très-stable qui s'électrolyse à la manière des acides minéraux. Il s'éloigne donc, sous ce rapport, de l'acide succinique, dont la solution modérément alcaline se dédouble si facilement en éthylène et en acide carbonique. Il vient se placer à côté des acides phtalique et camphorique, par exemple, qui se comportent exactement de la même manière sous l'influence du courant électrique.

» Tandis que l'acide pyrotartrique ordinaire devrait fournir le propylène connu

$$CH^2\text{-}CH\text{-}CH^3,$$

l'acide normal devrait donner le triméthylène, encore inconnu,

$$CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2.$$

» L'électrolyse de l'acide pyrotartrique normal et les essais que nous avons tentés pour obtenir le propylène qui lui correspond feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la synthèse des acides des séries* $C^nH^{2n-2}O^2$ *et* $C^nH^{2n-4}O^2$ *: acides allyl- et diallylacétiques.* Note de M. E. **Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« L'action successive du sodium et de l'iodure d'éthyle sur l'éther acétique fournit, comme MM. Frankland et Duppa l'ont montré, quatre composés, dont deux dérivent directement de la molécule d'acétate d'éthyle :

$$\underbrace{CH^2(C^2H^5)\text{-}CO^2.C^2H^5}_{\text{Éthylacétate d'éthyle.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH(C^2H^5)^2\text{-}CO^2.C^2H^5}_{\text{Diéthylacétate d'éthyle.}}$$

et deux autres de la molécule doublée de cet éther, moins une molécule d'alcool, qui sont :

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CH(C^2H^5)\text{-}CO^2C^2H^5 \quad \text{et} \quad CH^3\text{-}CO\text{-}C(C^2H^5)^2\text{-}CO^2C^2H^5$$

Éthylacétoacétate d'éthyle ou éthylacétone-carbonate d'éthyle. — Diéthylacétoacétate d'éthyle ou diéthylacétone-carbonate d'éthyle.

» Plus tard M. Mixter, en faisant agir l'iodure d'isobutyle sur les dérivés sodés de l'éther acétique, ne put isoler que les deux dérivés de la double molécule. Postérieurement, M. Zeidler montra que l'iodure d'allyle fournissait de l'allylacétoacétate d'éthyle (allylacétone-carbonate d'éthyle), mais il ne signala que ce produit.

» Les recherches que j'ai publiées depuis plusieurs années m'ayant amené à me procurer de grandes quantités de bromure d'allyle, j'ai jugé utile d'étudier de près l'action de ce corps sur les dérivés sodés de l'éther acétique, action qui, d'après les travaux remarquables de MM. Frankland et Duppa, devait me donner les éthers des acides allyl- et diallylacétoacétate d'éthyle. L'expérience est venue confirmer ces prévisions et m'a nettement fourni les quatre produits correspondant à ceux qu'avaient obtenus les célèbres chimistes anglais avec les iodures d'éthyle et d'isopropyle.

» Leur proportion est variable suivant qu'on a fait dissoudre une quantité plus ou moins grande de sodium dans l'éther acétique. Leur séparation est longue et difficile par la distillation fractionnée, mais il est facile de les isoler tous les quatre, ou du moins leurs produits de dédoublement, en opérant de la manière suivante :

» On fait tomber 12 à 14 grammes de sodium, coupé en tranches minces, dans 160 à 170 grammes d'éther acétique, dépouillé complétement d'eau et d'alcool, et l'on maintient l'éther à la température de l'ébullition dans un matras surmonté d'un réfrigérant ascendant jusqu'à dissolution complète du sodium, ce qui exige quatre à cinq heures au plus. On réunit les produits de plusieurs opérations et l'on distille au bain d'eau bouillante pour se débarrasser de la majeure partie de l'éther acétique en excès. Ce qui reste se prend en une masse solide cristalline par le refroidissement. On la décompose en la chauffant pendant huit à neuf heures à 100 degrés en vases clos, après y avoir ajouté une quantité de bromure d'allyle équivalente au sodium dissous et en ayant soin d'agiter de temps en temps. Après le refroidissement, on ouvre le ballon, on traite par l'eau qui sépare une couche huileuse abondante qu'on sépare, qu'on lave et qu'on distille. Il passe d'abord de l'éther allyléthylique et de l'éther acétique, puis la tempé-

rature s'élève de plus en plus rapidement jusque vers 205-210 degrés. On recueille à part ce qui passe à partir de ce point, jusqu'à 225-230 degrés. Ce qui distille au-dessus, 230-245 degrés, est beaucoup moins abondant et consiste principalement en diallylacétoacétate d'éthyle retenant une certaine quantité d'allylacétoacétate d'éthyle et dont il est assez facile de le débarrasser par trois ou quatre distillations.

» Le produit très-abondant passant de (205-210 degrés) à (225-230 degrés) est un mélange d'allylacétate, de diallylacétate et d'allylacétoacétate d'éthyle (retenant une certaine proportion de diallylacétoacétate d'éthyle). On l'introduit dans un ballon avec deux fois son poids d'hydrate de baryte cristallisé et après avoir scellé à la lampe on chauffe à 100 degrés pendant neuf à dix heures en agitant de temps en temps. Le magma primitif se liquéfie peu à peu et se transforme en un dépôt blanc, pulvérulent, de carbonate de baryte et une liqueur aqueuse qui surnage. En distillant au bain d'huile avec précaution (à cause des soubresauts et de la mousse) jusqu'à 200 degrés, il passe de l'eau, de l'alcool et de l'acétone allylée qu'on sépare en ajoutant de l'eau au produit condensé. Cette acétone allylée,

$$CH^2(C^3H^5)\text{-}CO\text{-}CH^3,$$

produit de destruction par la baryte de l'allylacétoacétate d'éthyle, a été déjà décrite par M. Zeidler. Quant aux éthers allyl- et diallylacétiques qui, avec l'allylacétoacétate d'éthyle, constituaient le produit qui a été traité par la baryte, ils se trouvent saponifiés et transformés en sels de baryte, lesquels restent comme résidu. On reprend ce résidu par l'eau bouillante, qui les dissout, on se débarrasse de l'excès de baryte par un courant d'acide carbonique et l'on évapore. En ajoutant de l'acide chlorhydrique étendu, les deux acides se séparent sous forme d'une couche huileuse, exhalant une forte odeur valérique : on lave, on sèche et l'on sépare les acides par la distillation fractionnée.

» *L'acide diallylacétique*, $CH(C^3H^5)^2\text{-}CO^2\text{-}C^2H^5$, le plus abondant des deux, est un liquide huileux, d'une odeur assez désagréable, insoluble ou peu soluble dans l'eau. Sa densité est 0,9578 à 13 degrés. Il bout à 224-226 degrés (corrigé). Il se dissout avec dégagement de chaleur dans les solutions alcalines [1].

» *Son sel d'argent*, $CH(C^3H^5)^2\text{-}CO^2Ag$, s'obtient par double décompo-

---

[1] 0,302 acide bouillant à 224-226 ont donné 0,757 CO^2 et 0,236 eau ; d'où : $C = 68,3$ et $H = 8,6$. La formule exige : $C = 68,5$; $H = 8,5$.

sition avec le nitrate d'argent et le sel d'ammoniaque ou de potasse. Il constitue de fort belles aiguilles soyeuses, légères, assez notablement solubles dans l'eau bouillante et contenant 43,7 pour 100 d'argent. La formule exige 43,7 pour 100.

» *Le diallylacétate d'éthyle* est un liquide plus léger que l'eau, d'une odeur suave rappelant celle de l'éther valérique, bouillant vers 195 degrés. On se le procure en chauffant légèrement ensemble l'acide avec de l'alcool et de l'acide sulfurique.

» Si l'on cherche à éthérifier l'acide diallylacétique par l'alcool et l'acide chlorhydrique en chauffant pendant une demi-heure à 100 degrés, l'éther diallylacétique obtenu se trouve mélangé avec des produits d'addition résultant de la fixation des éléments de l'acide chlorhydrique sur l'éther, ce qui s'explique, puisque c'est un composé non saturé.

» Néanmoins l'acide lui-même ne paraît pas fixer H^4 sous l'influence de l'hydrogène naissant fourni par l'amalgame de sodium ; au bout de quarante-huit heures du moins, l'acide retiré du sel de soude formé présentait la même *composition* et tous les caractères de l'acide primitif.

» L'acide diallylacétique résulte, à l'état d'éther éthylique, de l'action du bromure d'allyle sur l'acétate d'éthyle disodé :

$$CHNa^2\text{-}CO^2C^2H^5 + 2C^3H^5Br = CH(C^3H^5)^2\text{-}CO^2C^2H^5 + 2NaBr.$$

L'acide allylacétique, $CH^2(C^3H^5)\text{-}CO^2H$, a été découvert par M. Zeidler, qui l'a obtenu en traitant l'allylacétoacétate d'éthyle par l'éthylate de sodium et saponifiant par les procédés habituels l'éther allylacétique résultant de cette double décomposition. Celui que j'ai obtenu dans les réactions que je viens de décrire possède d'ailleurs tous les caractères de l'acide de M. Zeidler. Je me bornerai à dire que son sel de baryte, qui n'a pas été décrit, $(C^5H^7O^2)^2Ba + 2H^2O$, cristallise très-bien et contient 2 molécules d'eau de cristallisation.

» Les mono- et diallylacétoacétates d'éthyle, ainsi que l'allylacétone, feront l'objet d'une autre Communication. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la décomposition de l'acide carbonique dans le spectre solaire, par les parties vertes des végétaux.* Note de M. C. Timiriazeff, présentée par M. Ed. Becquerel. (Extrait.)

« Sans entrer dans les détails historiques et critiques, au sujet des recherches faites antérieurement, je me bornerai, dans cet extrait, à

citer les résultats de mes expériences faites depuis deux ans à diverses reprises.

» Un faisceau de lumière, réfléchi par le miroir d'un héliostat, et concentré au moyen d'une lentille sur une fente d'un millimètre de largeur, après avoir encore traversé une lentille et un prisme en sulfure de carbone, venait projeter sur un écran, dans une chambre rendue parfaitement obscure, l'image spectrale dont la hauteur était environ 8 centimètres. Pour juger de la pureté du spectre, on interposait sur le passage du faisceau lumineux une auge à faces parallèles, contenant une solution de chlorophylle. Le spectre était considéré comme suffisamment pur, quand toutes les bandes d'absorption de cette substance étaient bien définies. Du reste, l'écran étant placé strictement au foyer, on pouvait même distinguer la ligne D. Dans ce spectre, on plaçait une rangée de cinq éprouvettes en verre, renversées sur une cuve à mercure. Chaque éprouvette recevait un volume mesuré d'air atmosphérique additionné de 5 pour 100 (environ) d'acide carbonique. Ces éprouvettes étaient destinées à recevoir les organes verts qui devaient être exposés à la lumière. J'ai cru me placer dans les conditions les plus favorables pour obtenir des résultats strictement comparables, en employant des portions de surface égales (environ 10 centimètres carrés), taillées dans une même feuille de bambou.

» Les éprouvettes étaient disposées dans le spectre comme il suit : la première était dans le rouge extrême, la seconde occupait la partie rouge correspondant à la bande caractéristique de la chlorophylle, de sorte que, vue à travers une couche de chlorophylle, elle paraissait parfaitement noire, tandis que la première était d'un rouge vif; la troisième éprouvette était placée dans l'orangé; la quatrième dans le jaune; la cinquième, enfin, dans le vert. Tous les expérimentateurs étant d'accord sur le peu d'effet des rayons plus réfrangibles, j'ai cru inutile de pousser l'expérience plus avant dans le bleu. Les éprouvettes étaient séparées par des cloisons en carton noirci. Le tout étant ainsi disposé, on laissait les organes verts exposés à la lumière du spectre, par de belles journées de juillet, pendant six à dix heures.

» Après l'insolation, on retirait les gaz des éprouvettes, et l'on procédait à l'analyse. La composition du mélange gazeux employé étant connue, il était facile de calculer les quantités de gaz carbonique décomposé ou apparu. Six séries d'expériences ont donné des résultats parfaitement concordants.

» La moyenne de ces six séries donne lieu aux conclusions suivantes : Le maximum de décomposition de l'acide carbonique est constaté toutes les fois dans l'éprouvette correspondant à la position de la bande d'absorption caractéristique de la chlorophylle ; dans l'orangé, dans le jaune, dans le vert, les quantités de gaz carbonique décomposé vont en décroissant, tandis que, dans le rouge extrême, non-seulement on n'a pu constater de décomposition, mais au contraire il s'est produit de l'acide carbonique par suite de la respiration.

» La coïncidence entre la position du maximum de décomposition et la bande caractéristique d'absorption de la chlorophylle ne saurait être révoquée en doute; mais une étude plus précise de la marche des rayons lumineux au sein d'une solution de chlorophylle démontre une coïncidence encore plus frappante entre l'absorption de la lumière et la décomposition de l'acide carbonique; entre l'énergie absorbée et le travail produit. En effet, abstraction faite des maxima d'absorption secondaires, correspondant aux bandes du milieu, on peut considérer cette coïncidence, pour la partie la moins réfrangible du spectre, comme étant parfaite. Il n'en est pas de même pour la partie la plus réfrangible. Dans cette région, l'absorption est très-vive, tandis que le phénomène de réduction est très-faible, comme le constatent, d'une manière unanime, tous les expérimentateurs. Mais, outre l'extrême dispersion de cette région du spectre qui pourrait intervenir en partie pour produire cet effet, le phénomène se prête à une explication de nature théorique.

» Le phénomène de réduction ou de décomposition de l'acide carbonique étant un phénomène essentiellement endothermique, accompagné d'une absorption d'énergie, on serait autorisé à admettre qu'il devrait dépendre de la force vive, de l'énergie des rayons (mesurée par leur intensité calorifique); or l'énergie, la force vive des rayons bleus, violets, etc., étant très-faible, on peut se rendre compte du peu d'effet que ces rayons produisent, malgré leur forte absorption. Les rayons les plus actifs seraient donc ceux qui, possédant le plus d'énergie, sont en même temps absorbés par la chlorophylle. C'est ainsi que les rayons rouges extrêmes n'auraient pas d'effet, malgré leur grande énergie calorifique, parce qu'ils traversent la feuille sans absorption visible, tandis que les rayons bleus, etc., qui sont absorbés, ne sauraient produire d'effet, par suite de leur peu d'énergie.

» Cela posé, on pourrait, ce me semble, résumer l'état actuel des connaissances acquises sur ce sujet, en admettant que, dans le phénomène de

réduction de l'acide carbonique par les parties vertes des végétaux, les rayons solaires agissent en raison de leur énergie et de l'absorption élective de la chlorophylle. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la nature et la signification des petits globules rouges du sang.* Note de M. G. HAYEM, présentée par M. Vulpian.

« I. On a dit que les petits globules étaient des éléments en voie d'atrophie, parce qu'ils se présentent souvent sous une forme anomale. En effet, lorsqu'on examine, dans la chambre humide, un sang qui en renferme une certaine proportion, on voit que plusieurs d'entre eux prennent une forme sphérique, vésiculeuse, quelquefois en même temps mûriforme.

» Ils ressemblent alors à de petites boules mesurant de 3 à 6 μ et présentant une coloration variable. Les plus petits globules sphériques sont souvent très-réfringents et d'une coloration plus foncée que les autres globules; d'autres sont, au contraire, plus pâles et comme en voie de dissolution. Sous ces apparences, ces hématies ont été prises par Masius et Vanlair, et depuis par d'autres observateurs, pour des éléments particuliers et décrits sous le nom de *microcytes*.

» D'après mes recherches physiologiques et cliniques, ces prétendus microcytes ne sont que des globules modifiés par les agents extérieurs. Ils ne préexistent pas dans le sang, et leur nombre varie dans une préparation suivant la manière dont elle est exécutée.

» Les plus petits éléments qu'on puisse reconnaître dans le sang comme ayant les caractères des globules rouges ne mesurent que 2 μ. Malgré leur exiguïté, ils sont déjà parfaitement discoïdes et biconcaves, et ils ont absolument la même forme que les grands; mais leur coloration, même à l'état sain, est variable, tantôt faible, tantôt normale. Entre ces petits globules et les géants atteignant jusqu'à 12 et 14 μ on peut trouver tous les intermédiaires, et ces éléments sans exception sont tous parfaitement *discoïdes* et *biconcaves*. La forme biconcave est tellement spécifique, en quelque sorte, qu'elle persiste même dans les cas pathologiques, alors que les globules altérés paraissent plus mous et déformés, les déformations consistant seulement en une perte de la forme arrondie ou discoïde.

» Cependant les faits relatifs aux éléments désignés sous le nom de *microcytes* sont réels et d'observation vulgaire. Ils s'expliquent simplement, d'après nous, par les qualités particulières que possèdent les petits globules.

» Les globules en boule fortement colorés paraissent être dans une sorte d'état tétanique, car certains réactifs leur rendent, en les tuant, leur forme normale, biconcave; les globules pâles, en voie de dissolution, sont des éléments très-vulnérables ayant subi plus facilement que les autres les effets de l'endosmose.

» Ces propriétés des petits globules s'observent aussi bien à l'état normal qu'à l'état pathologique. Toutefois, il est possible que certains états morbides puissent rendre les petits globules plus facilement transformables en microcytes.

» II. Cela posé, relativement à la nature des petits globules rouges, pour arriver à connaître la signification de ces éléments, j'ai noté avec soin toutes les circonstances dans lesquelles on les rencontre, soit chez l'homme sain, soit chez l'homme malade.

» A. Les globules *nains* sont extrêmement rares chez l'adulte bien portant. Au contraire, chez le nouveau-né cet élément est constant; on n'en trouve guère que 1 sur 100 à 200; mais le sang de l'enfant contient souvent aussi une assez grande proportion de petits globules. (Voir Note du 21 mai 1877.)

» Les globules *nains* se montrent également à l'état normal chez la femme pendant la période menstruelle. L'hémorrhagie physiologique des règles, loin de produire une diminution dans le nombre des globules rouges, ainsi qu'on pourrait s'y attendre, s'accompagne, au contraire, d'une élévation dans le nombre de ces éléments. Mais des globules nains apparaissent, la proportion des petits globules augmente et, par suite, la moyenne des dimensions globulaires s'abaisse. Malgré le nombre plus fort des hématies, la richesse globulaire du sang est affaiblie.

» B. A l'état morbide, les circonstances dans lesquelles on observe des globules *nains*, ainsi que des proportions exagérées de petits globules, sont extrêmement nombreuses. Il me serait impossible de les indiquer toutes; je me bornerai à énumérer les principales.

» 1° Toutes les fois qu'à la suite d'une perte de sang (accouchement, épistaxis, hémoptysie, hématémèse, métrorrhagie, etc.) les globules rouges, d'abord moins nombreux, commencent à se multiplier, on voit apparaître des globules nains et des petits globules.

» 2° Lorsqu'à la fin d'une maladie aiguë (fièvre typhoïde, variole, rhumatisme, etc.) les malades entrent en convalescence et que le nombre des globules rouges, d'abord abaissé, augmente, on voit également survenir des globules nains et une plus forte proportion de petits globules.

» 3° Dans toutes les anémies chroniques de moyenne intensité, quelle que soit leur origine, on trouve une proportion variable de globules nains et de petits globules. (Voir Notes des 3, 10 et 17 juillet 1876.) Ces petits éléments, même lorsqu'ils prennent dans la chambre humide la forme microcytique, ne caractérisent en aucune manière un état pathologique particulier. Dans ces diverses maladies les fluctuations de nombre que présentent ces globules, et que nous avons déjà fait connaître, sont importantes à rappeler ici :

» La proportion des petits globules est, en général, d'autant plus grande que le nombre des globules contenus dans l'unité de volume est plus élevé.

» Lorsque, chez les anémiques, le nombre des globules s'accroît rapidement, s'il n'y avait pas de globules petits et nains, on en voit apparaître un nombre plus ou moins grand; si déjà il en existait leur proportion augmente notablement.

» Inversement, dans les anémies en voie d'amélioration, lorsque le nombre des globules d'abord très-élevé diminue, la proportion des globules petits et nains devient moins grande et, par suite, chaque globule a une plus forte valeur individuelle.

» Les petits globules rouges du sang, aussi bien à l'état pathologique qu'à l'état normal, se montrent donc toutes les fois qu'il se fait une production active de nouveaux éléments. Ils caractérisent un sang en voie d'*évolution* ou de *réparation*. J'en conclus que *ces petits éléments sont des globules jeunes, incomplétement développés*. Ils ne diffèrent des globules adultes que par leur exiguïté et la facilité avec laquelle certains d'entre eux deviennent sphériques lorsqu'ils sont sortis des vaisseaux.

» Lorsque ces globules jeunes trouvent dans l'organisme les conditions nécessaires à leur évolution normale, on ne les retrouve dans le sang général qu'au moment où ils se forment en très-grand nombre à la fois (premières semaines de la vie, période menstruelle), et dans ces circonstances ils ne sont jamais très-abondants. Dans les cas pathologiques où les globules de nouvelle formation ne sont plus dans les conditions favorables à leur évolution complète, ils restent petits et s'accumulent, sous cette forme, dans le sang en proportion quelquefois considérable. Telle est la raison, sans doute, pour laquelle les petits globules abondent chez quelques anémiques, qui produisent beaucoup d'hématies sans pouvoir amener ces éléments à l'état parfait. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les changements de volume et les débits du cœur.* Note de M. **François-Franck**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les recherches que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (séance du 4 décembre 1876) sur les changements de volume des organes périphériques dans leurs rapports avec la circulation, ont été complétées cette année par l'étude des *changements de volume et des débits du cœur*.

» Les débits du cœur sur l'animal vivant ne pouvant être directement déterminés, j'ai eu recours, pour les apprécier, à l'étude des diminutions de volume du cœur pendant les phases d'évacuation. Des mesures directes m'ont permis d'établir expérimentalement la proportionnalité entre la diminution systolique du volume du cœur et son débit, dans des expériences de circulation artificielle sur le cœur isolé de la tortue terrestre.

» Ce point essentiel étant acquis, j'ai étudié les changements de volume du cœur chez les animaux (chiens) en mettant la cavité du péricarde en rapport avec un appareil enregistreur de Marey. Le thorax étant ouvert avec le thermo-cautère, un tube est fixé à la partie inférieure du péricarde; l'augmentation de volume du cœur pendant la diastole (réplétion) refoule dans un tambour à levier inscripteur une certaine quantité d'air; la diminution de volume du cœur pendant la systole (évacuation) rappelle dans le péricarde la totalité ou une partie de l'air expulsé pendant la phase diastolique. Il est facile de recueillir, en même temps que ces courbes, celles des pulsations ventriculaires droite et gauche, celles des variations de la pression artérielle, etc. C'est à l'aide de cette méthode d'étude qu'ont été obtenus les résultats dont je présenterai ici l'indication succincte.

» L'accélération des battements du cœur produite chez le chien par la section des pneumogastriques, s'accompagne d'une élévation considérable de la pression artérielle; au contraire, l'accélération provoquée par l'excitation directe des nerfs accélérateurs n'est pas suivie d'augmentation de pression. L'étude des changements de volume du cœur dans ces deux conditions a donné la raison suivante des différences observées : après la section des pneumogastriques, *chaque systole du cœur conserve son débit initial*, et l'augmentation du nombre des systoles produit, dans le même temps, un débit plus considérable; au contraire, pendant l'excitation des nerfs accélérateurs, *chaque systole débite moins qu'avant l'excitation*, et la somme des débits dans le même temps n'étant pas plus grande, la pression artérielle ne varie pas. La même exploration nous a montré que, pendant cette accélération,

le cœur est toujours ramené par l'excitation des nerfs du premier ganglion thoracique à un état de demi-resserrement, et débite moins parce que ses diastoles sont moins complètes : cet état est comparable au tétanos à secousses dissociées d'un muscle ordinaire.

» Nous avons modifié le débit de chacun des deux cœurs par divers procédés : la compression directe des troncs aortique et pulmonaire, le resserrement des vaisseaux périphériques, ont agi sur chaque ventricule de la même façon; leur débit a été diminué, leur volume général augmenté. Ces conditions se trouvent réalisées par l'influence des excitations vaso-motrices directes ou réfléchies, qui amènent le spasme vasculaire étendu, comme la douleur, le froid, etc.; on arrive aux mêmes résultats en ralentissant la circulation pulmonaire par l'insufflation trachéale (Gréhant, Héger), par l'injection d'air dans les vaisseaux pulmonaires.

» Dans les cas de pression artérielle notablement augmentée, il se produit des troubles de rhythme (ralentissement, irrégularité) qui nous ont paru surtout dépendre de l'*augmentation de la pression intra-cranienne* : des expériences de circulation artificielle dans les vaisseaux de la tête (procédé de Brown-Sequard) nous ont montré les mêmes troubles rhythmiques chaque fois que la pression était augmentée dans les vaisseaux encéphaliques. Mais nous pensons que l'*augmentation de la pression intra-cardiaque* agit dans le même sens et ajoute ses effets à la première cause, que ce soit par action mécanique ou par influence sur l'appareil ganglionnaire du cœur.

» Les débits du cœur ont aussi été modifiés dans des expériences de *contre-pression exercée à l'intérieur du péricarde avec l'air comprimé :* dans les premiers instants de l'expérience, de o pression à + 1$^{c.}$ de mercure, la pression baisse dans les artères, parce qu'on apporte une gêne à l'afflux du sang veineux dans les oreillettes : les ventricules débitent moins ayant moins reçu ; plus tard, quand les oreillettes sont affaissées sous la pression extérieure, de + 1 à + 2$^{c.}$, la pression veineuse est surmontée; les ventricules cessent d'envoyer leurs ondées, la suppression des pulsations artérielles se produit à ce moment. Ces expériences peuvent rendre compte des troubles artériels, cardiaques et pulmonaires présentés par les malades atteints d'épanchement péricardique abondant.

» Les changements du volume du cœur ont encore été étudiés par l'exploration des pressions de l'air dans la trachée pendant l'arrêt respiratoire; le principe est le même que précédemment : le cœur en se dilatant refoule l'air contenu dans le poumon ; pendant son resserrement systolique, il crée

autour de lui une pression négative qui s'ajoute à l'aspiration thoracique et détermine un rappel d'air vers la poitrine. Si l'on explore en même temps les pulsations extérieures du cœur, on peut s'assurer de l'opposition des deux courbes trachéale et cardiaque pendant la systole.

» Cette exploration trachéale étant faite sur un animal dont le *thorax est ouvert*, les indications correspondent aux variations de calibre totalisées des vaisseaux pulmonaires : le cœur ne peut plus agir sur le poumon à la suite de la suppression de l'aspiration pleurale.

» Chez l'homme, on obtient les indications des changements de volume du cœur en plaçant dans la bouche, la glotte étant ouverte pendant un arrêt respiratoire, le tube de transmission d'un appareil inscripteur à air. Ch. Buisson, dans sa thèse (Paris, 1862), a, le premier, indiqué le sens des courbes ainsi obtenues; depuis, on a pensé que ces indications correspondaient aux pulsations du cœur transmises par le poumon : il est facile de s'assurer du contraire, en superposant les deux ordres de courbes, pressions bucco-trachéales et pulsations extérieures du cœur. Si la glotte est fermée, les indications buccales correspondent aux pulsations totalisées des artères pharyngiennes, buccales, nasales.

» L'étude des débits du cœur chez l'homme ne pouvant être faite avec une précision suffisante à l'aide de la cardiographie buccale, nous avons exploré les changements de volume du cœur en plaçant le bouton de l'explorateur sur la poitrine, en dehors de la pointe, *dans la zone d'aspiration systolique* : l'étude des résultats fournis par ce procédé, dans les cas normaux et pathologiques, sera l'objet d'un travail spécial. »

HISTOLOGIE. — *Sur les altérations histologiques de l'utérus dans leurs rapports avec les principales maladies de cet organe.* Mémoire de M. **A. Courty**. (Extrait.)

« On peut diviser en trois catégories les altérations histologiques de l'utérus :

» 1° Sur l'utérus, comme sur tous les autres organes, on observe le développement histologique d'altérations qui caractérisent des affections diathériques, fibrome, sarcome, tubercules, cancer, etc., et les altérations ou plutôt les éléments qui les caractérisent présentent, ici comme ailleurs, la même structure, la même origine, la même évolution, la même terminaison.

» 2° Sur l'utérus, comme sur tous les autres organes, on observe des

altérations des tissus ou mieux des éléments constitutifs de ces tissus en rapport avec le développement, avec l'évolution de ces mêmes éléments histologiques et des altérations nutritives dont ils sont atteints, par l'effet de leur propre manière de vivre ou sous l'influence des diverses localisations morbides. Telles sont les altérations caractéristiques de l'inflammation, de la suppuration, de l'engorgement, de l'hypertrophie, de l'atrophie, des dégénérescences adipeuse, athéromateuse, des altérations vasculaires, etc.

» 3° Sur l'utérus enfin, à la différence de ce qui se passe sur les autres organes, non-seulement les altérations histologiques dont nous venons de parler ont une évolution plus fréquente, plus rapide, en rapport avec le mode de vitalité propre à l'utérus, mais encore il s'y manifeste des évolutions de tissu qui n'ont aucune analogie avec celles des autres organes, ni pour la forme, ni surtout pour l'activité du développement, et qui tiennent à ce que les divers tissus de cet organe sont dans un état continuel d'évolution progressive ou régressive, toujours en instance d'organisation ou de désorganisation, et, bien plus, chose singulière et unique pour cet organe, à ce que dans ses tissus, en apparence constitués d'une manière définitive, il se rencontre, ce qui ne se voit dans aucun autre tissu, des éléments absolument embryonnaires, qui ne se trouvent normalement, en dehors de l'état pathologique, que dans l'embryon, et qui sont le signe anatomique le moins équivoque ou le plus affirmatif de cet état caractéristique d'évolution continue, d'organisation mobile, en équilibre instable, en oscillant constamment entre une tendance hypertrophique et une tendance atrophique, qui est le trait d'organisation de l'utérus à la fois le plus vaillant et le plus spécial. »

« M. le baron **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. *Coste*, un travail manuscrit intitulé : *Recherches statistiques sur la Sologne, spécialement au point de vue du recrutement et du mouvement de la population*.

» Une carte appropriée de la Sologne et cinq grands tableaux, remplis de chiffres, forment, avec le texte explicatif, l'ensemble de ce travail, d'après les divisions suivantes :

» 1° La population des cantons de la Sologne et celle des cantons du dehors, de 1835 à 1876 inclusivement; 2° les cas d'exemption durant la même période; 3° le résumé des tableaux I et II; 4° les naissances, de 1835 à 1872; 5° le résumé des naissances et des décès.

» La conclusion sommaire des laborieuses recherches de l'auteur est celle-ci :

« En résumé, dit-il, les chiffres accumulés dans ce travail n'ont pas seulement pour but de faire justice de croyances erronées et de montrer que la Sologne n'est pas le pays déshérité que l'on sait, mais, à un point de vue plus élevé, ils nous font assister à la régénération progressive d'une population par des moyens physiques et moraux continués sans relâche et avec intelligence. »

» Je crois, ajoute M. Larrey, que le travail de M. Coste sur la Sologne mérite d'être soumis à l'examen de la Commission de Statistique. »

(Renvoyé à l'examen de la Commission de Statistique.)

M. A. Baudrimont fait connaître un procédé pour reconnaître la présence de la fuchsine dans les vins. (Extrait.)

« Si l'on dépose sur la peau de la main une goutte de vin fuchsiné, si on l'étend quelque peu et si l'on attend quelques instants, la peau demeure teinte d'une couleur rouge vif, *qui ne peut être enlevée par des lavages à l'eau*. Les taches produites par la matière colorante du vin ne résistent point au lavage à l'eau ; ce qui les distingue facilement de celles produites par la fuchsine. »

M. A. Barthélemy adresse une Note sur la fonction des stomates et la respiration cuticulaire.

M. Pons adresse une Lettre relative à un cas de mort apparente qui s'est présenté au mois de janvier 1877 dans la commune d'Arre, près le Vigan.

M. A. Netter adresse une Note sur la nature des rapides changements de coloration de la rétine sous l'influence du passage de l'obscurité à la clarté et *vice versa*.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 MAI 1877.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXXVI. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Commission supérieure du Phylloxera. Troisième session, 1877. Paris, Impr. Nationale, 1877; in-4°.

YVON VILLARCEAU et A. DE MAGNAC. *Nouvelle navigation astronomique. Théorie*, feuilles 1 à 25; *Pratique*, feuilles 1 à 10. Paris, Gauthier-Villars; in-4°.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. I, liv. 5 et 6 : *Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux (Ain); par* M. G. DE SAPORTA et M. A.-F. MARION. Lyon, Genève et Bâle, H. Georg, 1876; in-4°.

Cours professés à l'École des Mines de Paris; par M. J. CALLON; Ire Partie : *Cours de Machines*; t. III, publié par M. E. BOUTAN. Paris, Dunod, 1877; 1 vol. in-8°, avec atlas in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Éclairage à l'électricité. Renseignements pratiques; par H. FONTAINE. Paris, J. Baudry, 1877; in-8°.

Les eaux minérales du mont Dore; par le Dr BOUDANT. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

A. PICHE. *De l'état de la Météorologie en France au point de vue de l'organisation du travail*. Clermont-Ferrand, impr. Mont-Louis, sans date; br. in-8°.

Sur la présence de l'acide phosphorique dans toute la série géologique; par E. DUVILLIER. Lille, impr. Danel, 1877; br. in-8°.

Résumé du Bulletin de l'Académie royale danoise des Sciences et des Lettres pour l'année 1877. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Mémoire sur l'appareil musical de la Cigale; par M. G. CARLET. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Adressé au Concours Thore, 1877.)

Statistique et constitution médicales au Havre, en 1876; *par* le Dr A. LECADRE. Paris, Baillière et fils, 1877; br. in-8°. (Adressé au Concours de Statistique, 1877.)

Recherches expérimentales et cliniques sur la sensibilité; par le Dr Ch. Richet. Paris, G. Masson, 1877; in-8°. (Adressé au Concours de Physiologie expérimentale, 1877.)

Étude toxicologique sur l'empoisonnement par la cantharidine et par les préparations cantharidiennes; par L.-M.-V. Galippe. Paris, G. Masson, 1876; in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Observations pour servir à la défense de Salvatore Daniele, accusé d'avoir empoisonné sa maîtresse avec de l'acétate tribasique de cuivre (verderame); par le Dr V. Galippe. Paris, Martinet, 1877; br. in-8°.

Étude sur les conserves de pois reverdis au moyen du sulfate de cuivre; par le Dr V. Galippe. Paris, lithogr. Lihard, opusc. in-4°.

Ces trois ouvrages sont adressés au Concours Barbier, 1877.

Étude sur l'anatomie normale et les tumeurs du sein chez la femme; par le Dr Cadiat. Paris, A. Parent, 1875; br. in-8°.

Étude sur les muscles du périnée, en particulier sur les muscles dits de Wilson *et* de Guthrie. Paris, 1877; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.)

Sur la constitution des muqueuses de l'utérus mâle, des canaux déférents et des trompes de Fallope; par MM. Ch. Robin *et* Cadiat. Paris, Germer-Baillière, 1875; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.)

Sur la structure intime de la muqueuse et des glandes uréthrales de l'homme et de la femme; par Ch. Robin *et* Cadiat. Paris, Germer-Baillière, 1874; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de Physiologie* de M. Ch. Robin.)

Sur la structure et les rapports des téguments au niveau de leur jonction dans les régions anale, vulvaire et du col utérin; par Ch. Robin *et* Cadiat. Paris, Germer-Baillière, 1874; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.)

Ces cinq brochures sont adressées au Concours Godard, 1877.

La thérapeutique jugée par les chiffres; par les Drs Lasègue et Reynauld. Paris, P. Asselin, 1876; br. in-8°.

Recherches sur les mouvements du cerveau et sur le mécanisme de la circulation des centres nerveux; par le Dr Salathé. Paris, G. Masson, 1877; br. in-8°.

De la symétrie dans les affections de la peau. Étude physiologique et cli-

nique sur la solidarité des régions homologues et des organes pairs; par le Dr L. Testut. Paris, Ad. Delahaye, 1877; in-8°.

Rapport fait à la Société de biologie sur la métalloscopie du Dr Burq, au nom d'une Commission composée de MM. Charcot, Luys *et* Dumontpallier *rapporteur*. Paris, impr. Cusset, sans date; opusc. in-8°.

Traité pratique des Eaux-Bonnes; par E. Cazeneuve de la Roche. Paris, Ad. Delahaye, 1877; in-8°.

Ces derniers ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1877.

Chemical and physical researches, by Thomas Graham; *collected and printed for presentation only; Preface and analytical contents; by* Dr R. Augus-Smith. Edinburgh, 1876; in-8° relié.

Reale Accademia dei Lincei (1876-1877), *sull' Anatomia e Fisiologia della retina; pel* prof. F. Boll. Firenze, Roma, Torino, Lœscher e C°, 1877; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXIV (1876-1877), serie 3. *Transunti,* vol. I, fasc. 5, aprile 1877. Roma, coi tipi di Salviucci, 1877; in-4°.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen; Afdeeling letterkunde Tiende deel. Amsterdam, van der Post, 1876; in-4°.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen; Zestiende deel. Amsterdam, van der Post, 1876; in-4°.

Processen verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen Afdeeling naturkunde, van mei 1875 *tot en met april* 1876. Sans lieu, ni date; br. in-8°.

Catalogus van de Bœkerij der Koninklijke Akademie van Wetenschappen gevestigd te Amsterdam. Derden deels, Erste stuk. Amsterdam, van der Post, 1876; in-8°.

Enumeratio insectorum Norvegiorum; fasc. II, III, IV. Christianiæ, Brægger, 1877; 3 vol. in-8°.

Forhandlinger i videnskabs-selskabet i Christiania, 1874-1875. Christiania, 1875-1876; 2 vol. in-8°.

Le royaume de Norvége et le peuple norvégien; par le Dr O.-J. Broch. Christiania, Malling, 1876; in-8°.

Études sur les mouvements de l'atmosphère; par C.-M. Guldberg *et* H. Mohn; I[re] Partie. Christiania, Brœgger, 1876; in-4°.

Die Pflanzenwelt norwegens. Ein Beitrag zür Natur-und Culturgeschichte nord-Europas; von D[r] F.-C. Schubeler. Christiania, Brogger, 1875; in-4°.

Anden beretning om ladegaardsoens hovedgaard; andet Hefte. Christiania, 1875; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 mai 1877.)

Pages 1155 et 1156, tableaux II et III, *effacer le mot* pied, *ajouté par erreur dans ces tableaux, à* Ut 1, Ut 2, Ut 3, Ut 4, *etc.; ou bien, pour rendre ces tableaux conformes à la dénomination du premier, remplacer* Ut 1 *par* Ut 8 pieds, Ut 2 *par* Ut 4 pieds, Ut 3 *par* Ut 2 pieds, Ut 4 *par* Ut 1 pied, Ut 5 *par* Ut $\frac{1}{2}$ pied, *et* La 2 *par* La 4 pieds.